



# CAPSULA ESPACIAL

*Revista digital de astronáutica y espacio*

Nº 31 - 2019


# El Transbordador Espacial

## Conceptos iniciales

## Características técnicas

## Orbiters

## Primeros vuelos







**Estimados lectores**

Este ejemplar de *Cápsula Espacial* trata de una magnífica nave, el STS o Transbordador Espacial, nave tripulada norteamericana en que en su interior se hicieron grandes cantidades de estudios, como también lanzamientos de sondas espaciales, rescate de satélites, transporte de astronautas a las estaciones orbitales Mir y ISS, armado de estructuras y misiones de mantenimiento del Telescopio Espacial Hubble, entre otros; aquí su historia, sus componentes, cuantos se fabricaron y los primeros vuelos realizados con esta nave espacial creada en pos de un futuro hacia las estrellas pero que dejaron de volar definitivamente en 2011.

**Usted puede colaborar con la revista para la creación de contenidos a través de los botones de donación que posee el Blog.**

**Muchas Gracias**

**Biagi, Juan**

**Contacto**




https://capsula-espacial.blogspot.com



https://www.instagram.com/capsula_espacial/




r.capsula.espacial@gmail.com


**Portada**: Separación de los SRB del Shuttle al poco tiempo del despegue



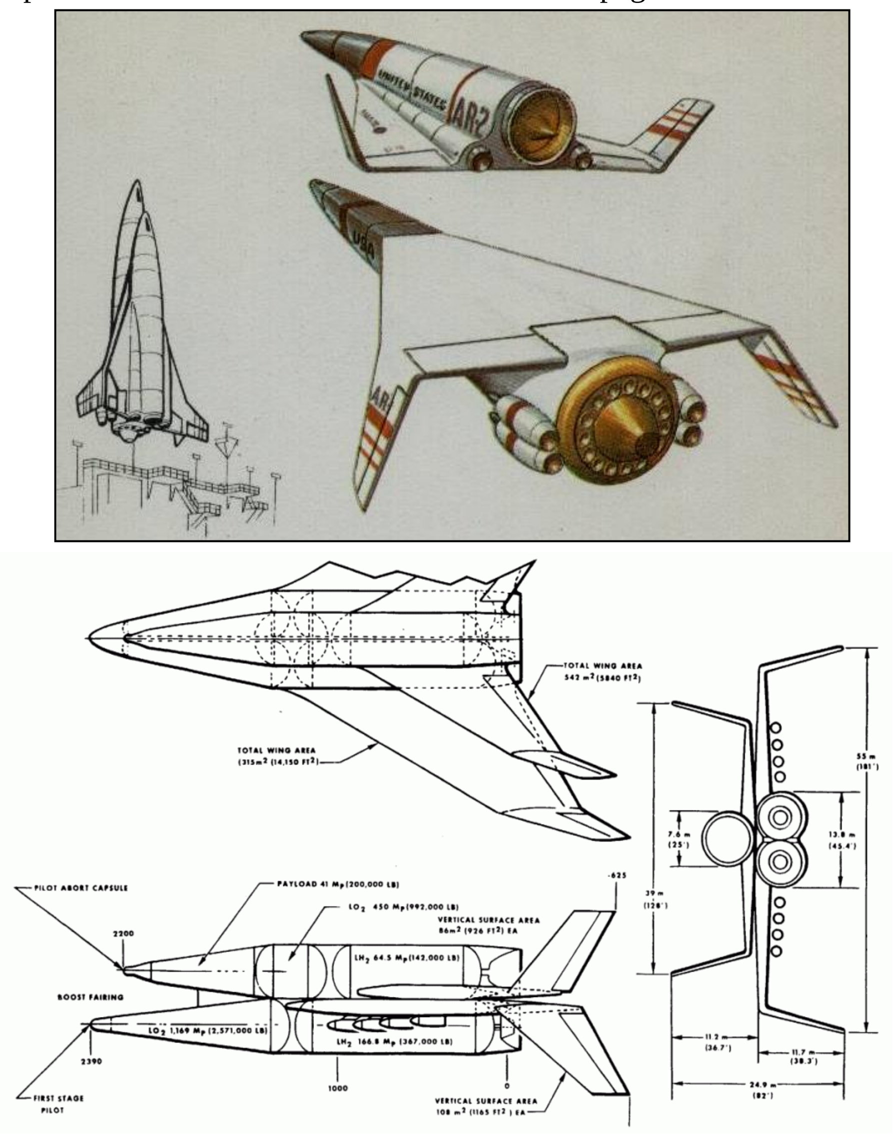
**<u>Contenido</u>**

## Conceptos iniciales

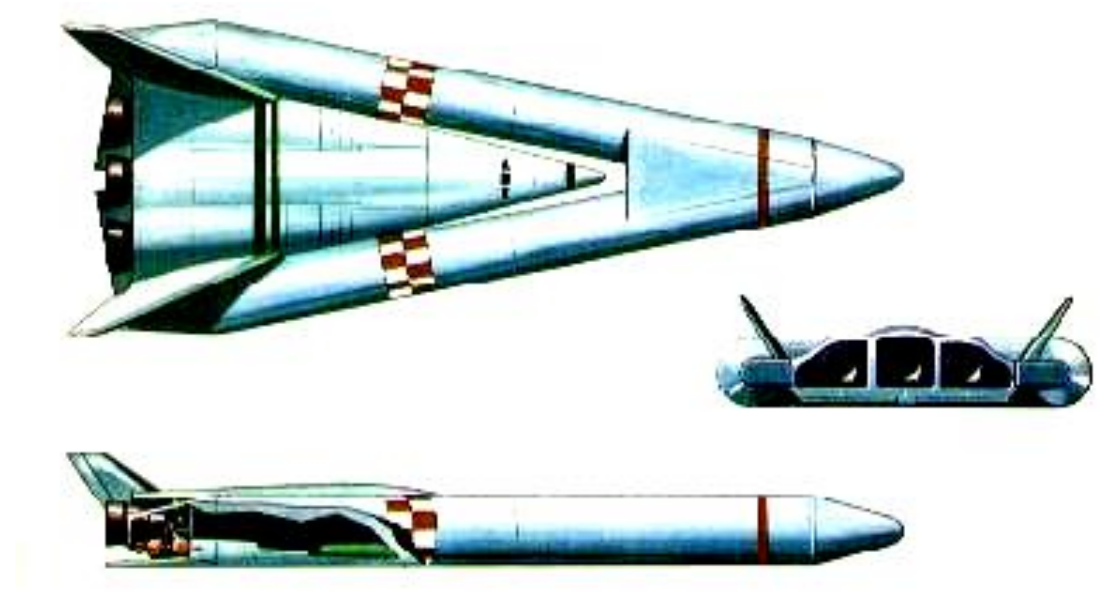
A principios de 1960 surgieron las primeras propuestas de crear una nave espacial reutilizable, los cohetes convencionales estaban formados por varias etapas desechables, así que la idea principal era la de emplear una sola etapa para alcanzar la órbita baja (este concepto se conoce como SSTO Single Stage To Orbit (Etapa Simple a Órbita), desde un primer momento se estudiaron propuestas con tanques de combustible desechables con un mínimo de dos etapas, lo que se conoce como TSTO **(**Two Stage To Orbit**)**.

La siguiente cuestión era elegir el aspecto que debían tener estas etapas, y la idea era darle forma de avión, todas las empresas que trabajaban en el programa espacial habían tenido o tenían importantes vínculos con la aviación, así que era normal que sus ingenieros pensasen en proyectos de naves aladas.

Por esas épocas surgieron muchas propuestas de vehículos TSTO, en algunas de ellas, la primera etapa debía estar formada por un avión hipersónico sobre el que viajaría el avión orbitador, propulsado por motores propios (uno de estos ejemplos es el avión orbital Astrorocket propuesto por la empresa Martin con motores del tipo Aerospike o el North American TSTO NAA utilizando etapas SI-C y S-II del cohete Saturn -V) o por una etapa desechable adicional, sin embargo, los diseños de despegue en horizontal con primeras etapas hipersónicas presentaban un grave inconveniente y era que la carga útil debía ser muy pequeña, ya que el objetivo principal del transbordador debía ser abaratar el transporte hasta la órbita baja, la nave debería tener cierta capacidad de carga, así que las propuestas se centraron en diseños TSTO de despegue vertical.

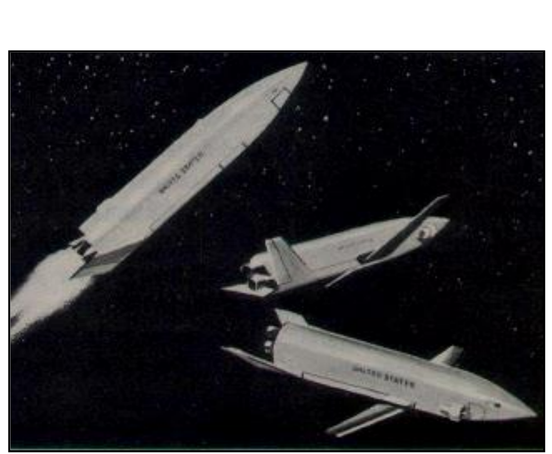


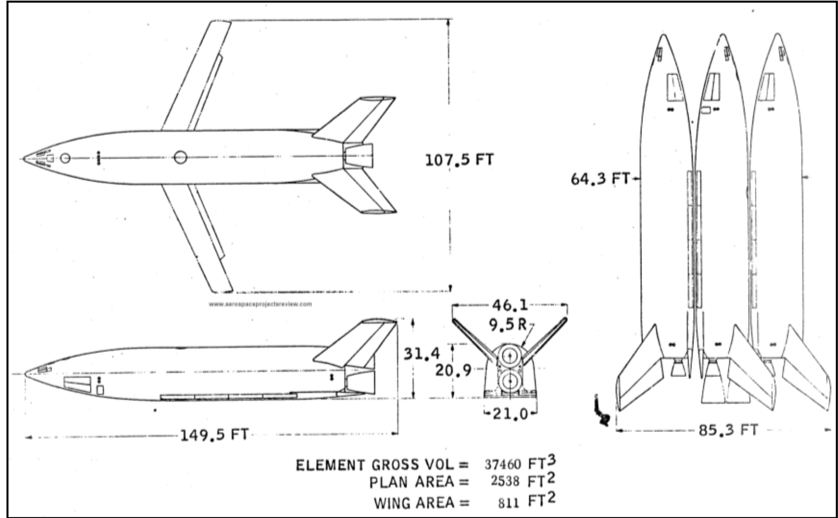
Pero el concepto TSTO planteaba varios inconvenientes, el más importante era el tamaño de las naves, otro problema tenía que ver con las alas, casi todos los conceptos preveían emplear alas delta en ambas etapas, una excelente opción para un enorme rango de velocidades y algo que resultaría fundamental para un vehículo orbital, pero el caso es que una nave espacial no necesita volar en el espacio, así que las alas eran solo útiles durante la reentrada y el aterrizaje, durante el resto del trayecto eran un lastre que el orbitador se veía obligado a llevar, una forma de evitar este lastre era dotar al orbitador de una forma de cuerpo sustentador, un diseño muy de moda a principios de los años ´60, una nave espacial con esta forma tendría una velocidad al aterrizaje muy elevada (y peligrosa), pero su masa sería menor, una propuesta que intentaba solucionar estos dos inconvenientes al mismo tiempo fue el Starclipper, propuesto en 1966 por Lockheed, era un cuerpo sustentador (similar al Dyna-Soar) con tanques externos desechables, que debía despegar en forma horizontal y que además contaría con una carga útil de unas 11 tn.





En 1967/68, la USAF inicia una serie de estudios de naves reutilizables dentro del programa ILRV (Integral Launch and Reentry Vehicle) que da a luz propuestas muy interesantes que intentaban paliar las deficiencias de un diseño TSTO clásico, para reducir el tamaño de la primera etapa se sugirió dividir esta fase en dos naves de menor tamaño, de este modo, el transbordador estaría formado por tres vehículos distintos, éste concepto recibió el nombre de Triamese y fue estudiado muy seriamente por varias compañías, en especial por General Dynamics y Convair, incluía además alas rectas plegables para reducir las cargas aerodinámicas durante el lanzamiento, finalmente la complejidad adicional de introducir otro vehículo no ayudó a popularizar la idea.



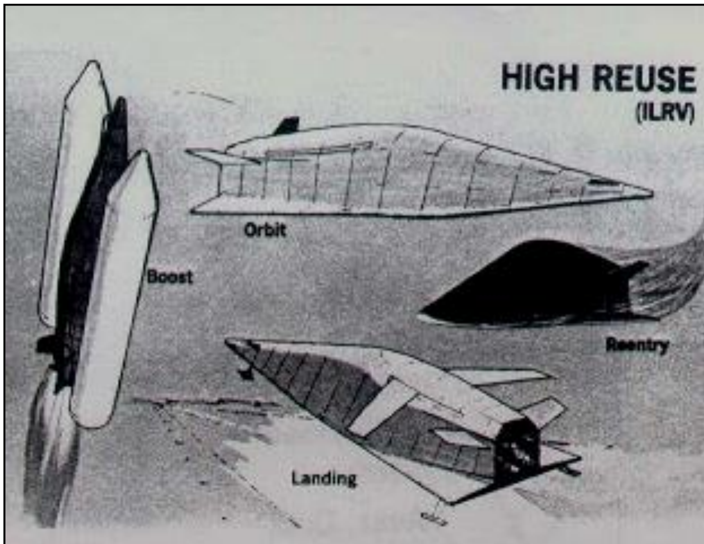


En 1968 fueron presentados estudios de la NASA a la British Interplanetary Society por el doctor George E. Mueller (administrador asociado de la NASA para el Programa de Vuelos Tripulados-Manned Space Flight) Mueller en esa exposición preveía una nave de fuselaje de ancha sección, alas de planta casi delta, timón de dirección, compartimiento central de carga, deriva y tres cohetes en la parte trasera del vehículo; aplicando las tendencias expuestas, este vehículo despegaría verticalmente asistido por grandes depósitos de combustible que se desprenderían a medida que el conjunto se acercase a la orbita predeterminada.

**Fase A**

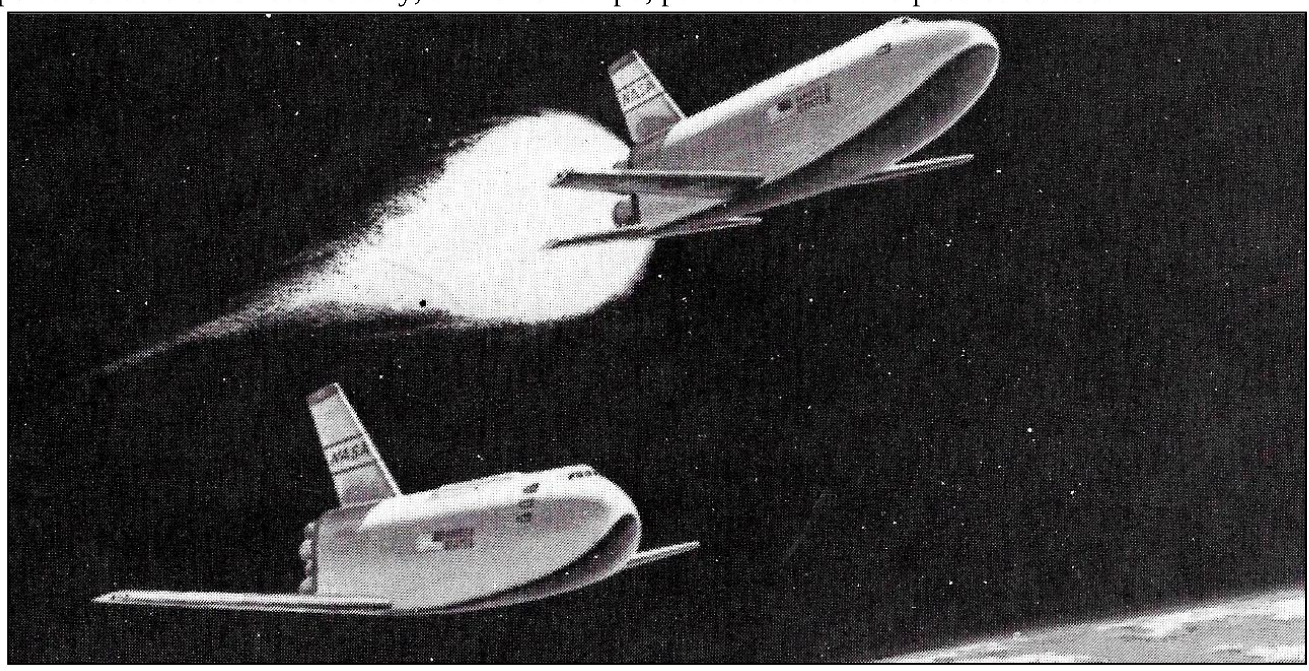
En 1969, coincidiendo con el alunizaje del Apolo-11, la NASA tomaría el relevo del programa ILRV de la USAF al proponer formalmente el desarrollo de la lanzadera espacial para sustituir a los complejos y caros cohetes convencionales, durante esta primera etapa de estudio (Fase A), varias empresas propusieron diseños TSTO muy similares a los ya conocidos por entonces, aunque con interesantes modificaciones, casi todas las propuestas incorporaban grandes y pesadas alas, la USAF se había comprometido a colaborar con la NASA en el programa del transbordador a cambio de que el diseño final pudiese planear casi 2000 Km en perpendicular durante la reentrada para aterrizar en la Base Aérea de Vandenberg después de una sola órbita, éste requisito requería el uso de enormes alas, a lo que había que sumar el deseo del Pentágono de disponer de una bodega de carga de gran tamaño para transportar una nueva generación de satélites espías.








La propuesta más llamativa vendría de la mano de North American Rockwell y su avión espacial DC-3, éste era un transbordador TSTO que seguía las directrices de diseño de la NASA apuntadas por Max Faget (creador de la cápsula Mercury) introduciendo en su diseño alas rectas para ambos vehículos, el DC-3 se separaría de su nave nodriza a 70 Km de altura, no tenía el alcance de los modelos con alas en delta, pero alcanzaba menores temperaturas durante la reeentrada y, al mismo tiempo, permitía aterrizar a poca velocidad.







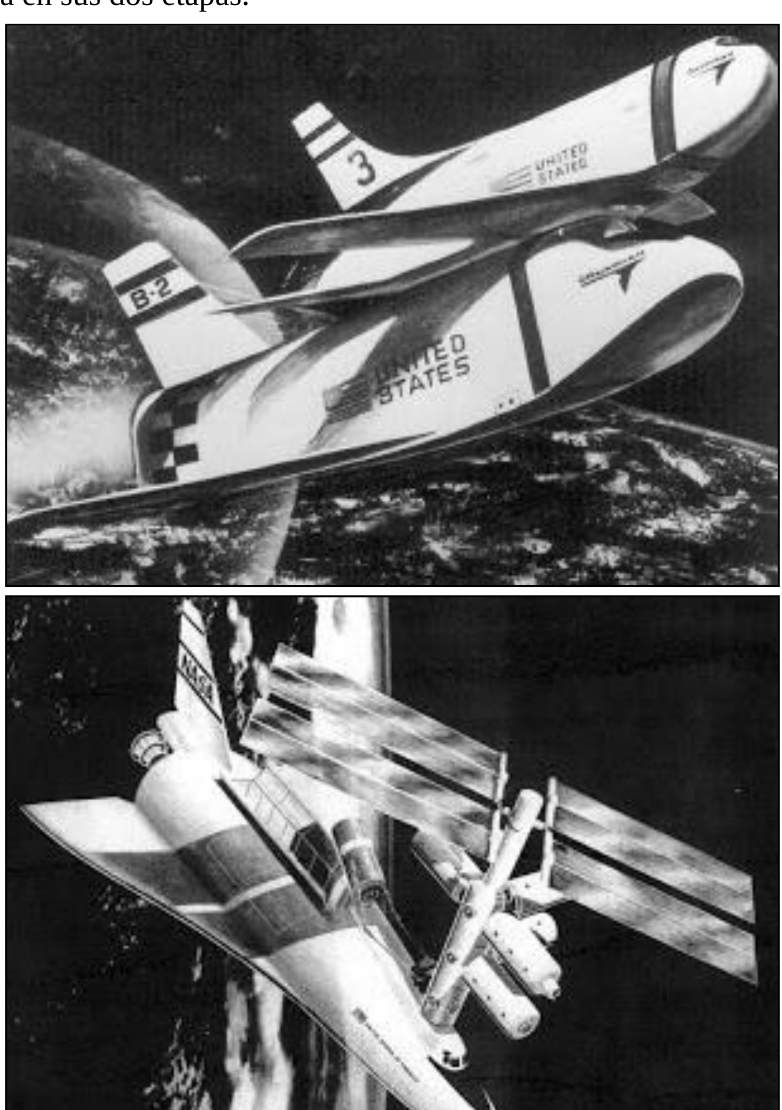

UNITED STATES OF AMERICA
UNITED STATES OF AMERICA



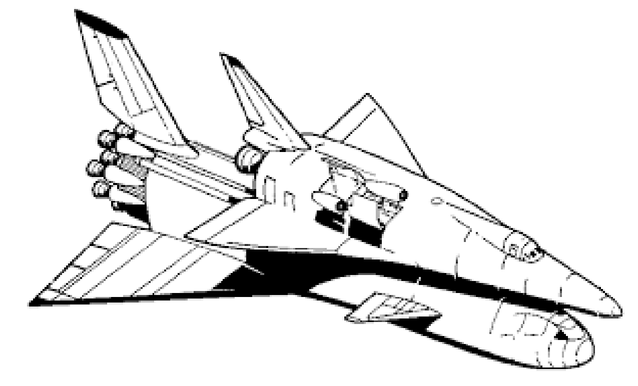
Todos los diseños de la Fase A requerían que el orbitador se separase de la primera etapa a gran altura y a gran velocidad, de este modo se minimizaba el tamaño del orbitador, la primera etapa era un gigantesco vehículo que también debía incorporar un escudo térmico para soportar las altas temperaturas generadas por la fricción atmosférica, a principios de los años 60, la mayor parte de compañías habían decidido usar algún tipo de escudo térmico basado en aleaciones metálicas, pero la complejidad de este sistema aumentó cuando los militares impusieron el requisito del aterrizaje y sólo los diseños con alas en delta eran capaces de llevar a cabo esta maniobra, su uso implicaba un aumento de las temperaturas durante la reentrada, de ahí que el diseño de Faget ganase popularidad pese a no seguir los criterios de la USAF; a finales de 1969, casi todas las compañías habían decidido utilizar materiales cerámicos en sus diseños al ser más resistentes a las altas temperaturas comparados con las aleaciones metálicas.

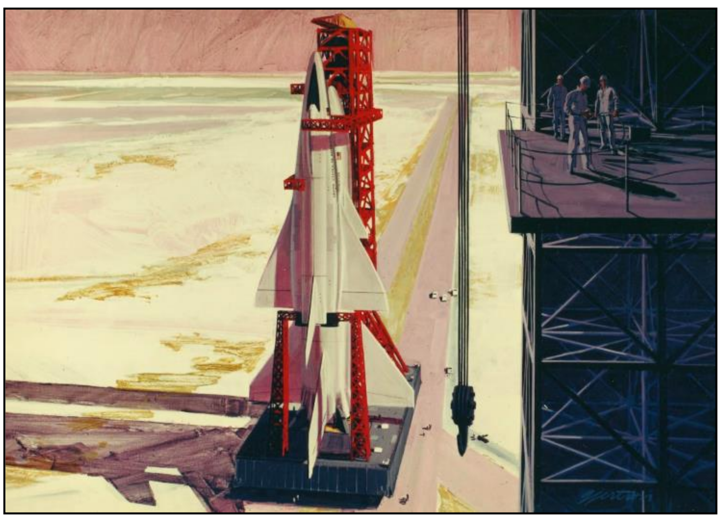
**<u>Fase B</u>**

En 1970 la NASA da comienzo a la Fase B del programa del transbordador seleccionando dos diseños, uno de North American/Rockwell que era una variante del DC-3 con alas rectas (denominado NAR-130) y el otro era de McDonnell Douglas, que propuso un orbitador con alas delta siguiendo los dictados de la USAF; en 1971 el diseño en alas rectas sería descartado definitivamente y North American/Rockwell propondría un transbordador TSTO dotado de alas delta en sus dos etapas.



Ambas etapas eran de grandes dimensiones, el acelerador era tan grande como un Boeing 747 Jumbo y el orbitador era comparable al avión Boeing 707, su tamaño estaba determinado por los depósitos internos de propulsor para los turborreactores, esta lanzadera de los preliminares de la Fase B era en todos los aspectos totalmente reutilizable, aunque se preveía un costo mínimo por vuelo, implicó un costo de desarrollo superior al de todos los restantes considerados, de los estudios llevados a cabo, se dedujo que los costos operativos eran inversamente proporcionales a los de desarrollo, si se implementaban dispositivos desechables.

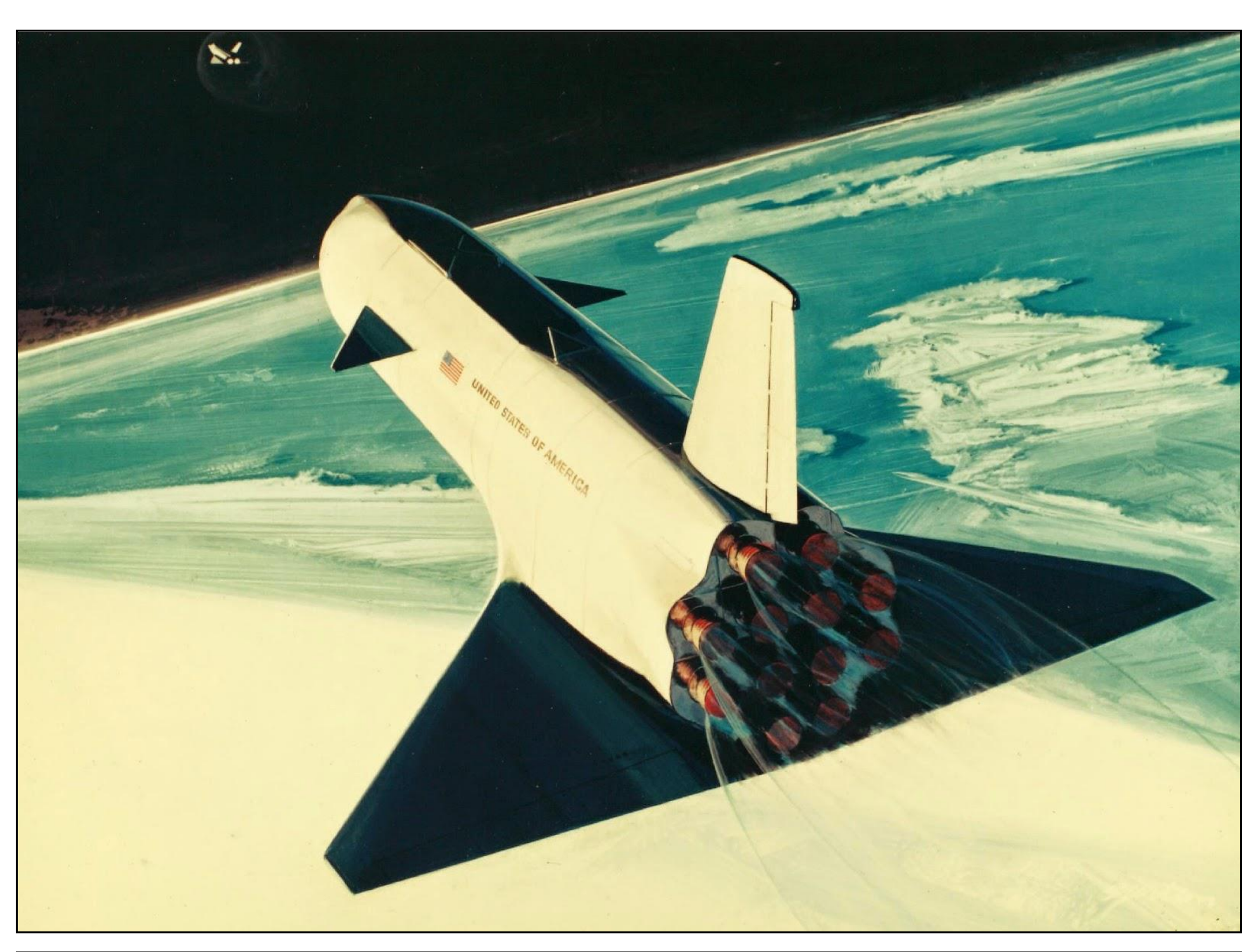


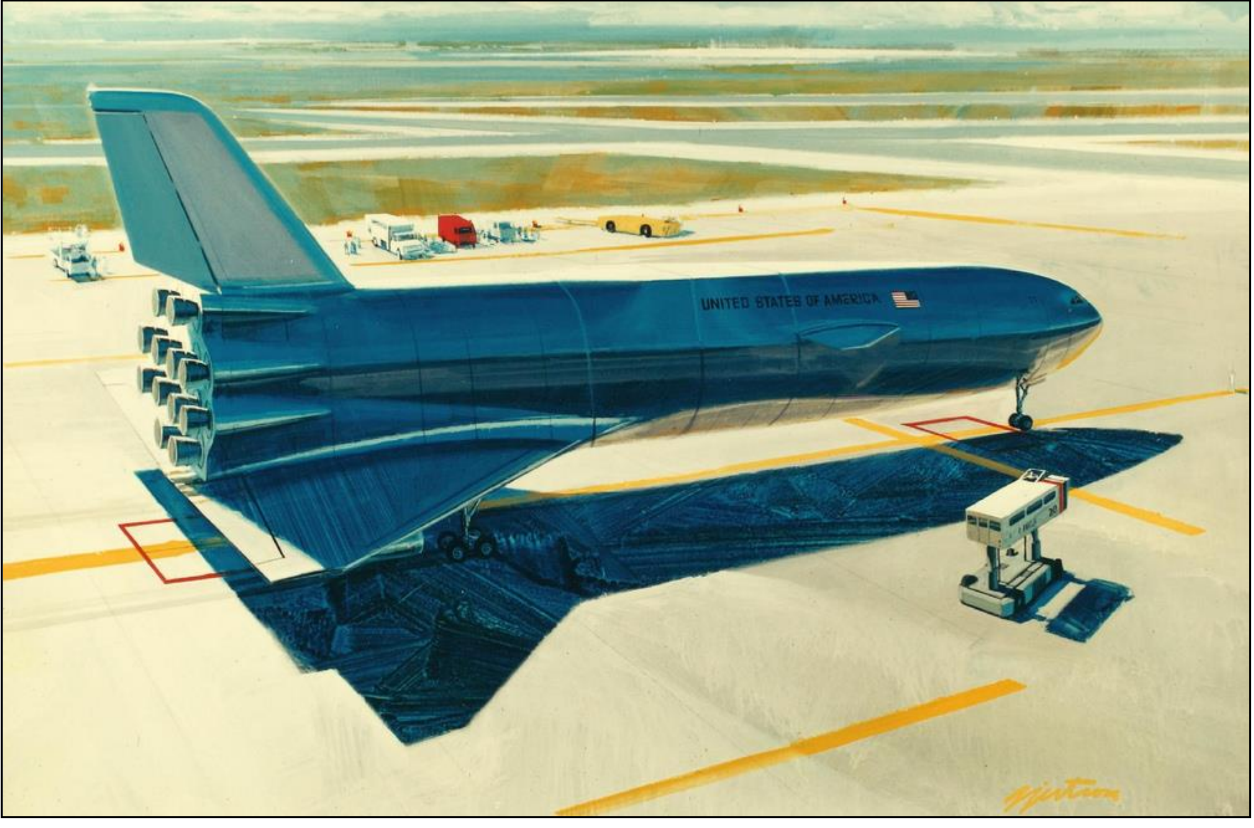


Pese a los progresos, el principal escollo del STS seguía siendo una primera etapa que resultaba demasiado grande a todos los efectos, porque, para complicar el asunto del escudo térmico, la primera etapa debía regresar a la base de lanzamiento para aterrizar como un avión convencional, esto implicaba que el vehículo debía dar un giro de 180º en plena trayectoria suborbital, una maniobra que podía fácilmente partir la nave en dos, a no ser que su estructura se reforzase considerablemente (aumentando su peso y reduciendo sus prestaciones), aparte del alto riesgo de perder a la tripulación en un accidente.

Los sitios propuestos para el lanzamiento y aterrizaje del STS fueron bases aéreas del Dto. de Defensa como la Estación Aérea Naval Patuxent, Maryland, y otros eran aeropuertos, como el Aeropuerto Municipal de Lincoln, Nebraska; White Sands, Nuevo México, era un candidato atractivo que mas adelante se convertiría en un lugar alternativo de aterrizaje, el Centro Espacial Kennedy (KSC) y la Base Aérea Vandenberg (VAFB) estaban en la lista al igual que el Centro de Vuelo Espacial Marshall (MSFC) y la Base Aérea Ellington en Houston, Texas.

Al N se situaban otros sitios de lanzamiento propuestos, las bases de la USAF de Presque Isle, Dow y Loring en el estado de Maine; al S se encontraban los sitios alrededor de Brownsville, Texas; Alaska y Hawaii se consideraron demasiado lejos de los lugares donde se estableció la industria aeroespacial, los estados de Iowa, Illinois, Indiana y Minnesota no contenían sitios candidatos, aunque existían sitios cercanos a sus fronteras en los estados vecinos, los estados de la costa E.


UNITED STATES OF AMERICA


UNITED STATES OF AMERICA

En sus esfuerzos por eliminar sitios inadecuados, se centró la mayor parte de su atención en los efectos de los boom sónicos (repentinas ondas de presión de aire producidas cuando un avión o una nave espacial excede la velocidad del sonido) los boom sónicos, tenían la sorprendente audibilidad y características dinámicas de una explosión, y fueron un punto de discusión en Estados Unidos a principios de la década de 1970, la preocupación en ese momento eran por las posibles lesiones a personas en el suelo o daño a estructuras; se determinó que el STS generaría un boom sónico más poderoso durante el ascenso; sobre la base de esta y otras preocupaciones, se recortó la lista de sitios de lanzamiento y aterrizaje a solo 7.

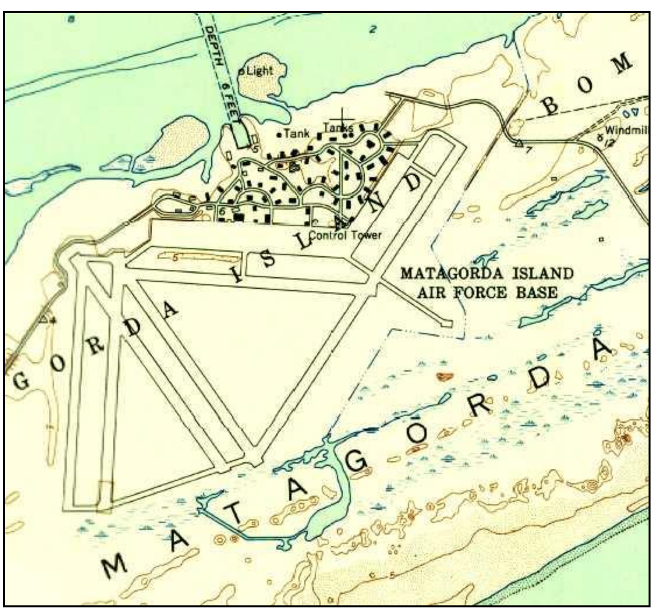
Estos fueron, el KSC, Florida; Vandemberg y Edwards, California; Las Vegas, Nevada; Matagorda Island, Texas; Michael Army Field/Dugway Proving Ground, Utah y Mountain Home, Idaho.

A finales de 1971 estaba claro que el diseño TSTO era insostenible, a no ser que el gobierno aumentase significativamente el presupuesto de la NASA para buscar nuevas tecnologías que solucionaran los problemas, finalmente la política presupuestaria nacional restringió los recursos asignados al STS, por lo que hubieron que efectuarse sustituciones de equipos auxiliares para que el proyecto saliera adelante, la NASA estudió diversos compromisos, uno de los cuales consistía en un depósito exterior de propulsor desechable, con esto se hacía posible un orbitador reducido, podía conseguirse una reducción adicional de costos si se eliminaba el vehículo acelerador de retorno y se sustituían los cohetes aceleradores, además los cohetes de propulsor sólido serían más económicos que los cohetes que empleaban combustible líquido.

Adoptadas las medidas anteriores, a finales de 1971 para ajustarse a las normas presupuestarias, el sistema STS se estableció, al final de la Fase B, como una nave planeadora propulsada por cohetes, inicialmente el orbitador conservaría los motores turborreactores (lo que restringía su capacidad de carga) al objeto de conseguir una mayor capacidad de maniobra y autonomía, pero más adelante se prescindió de estos motores, así como también del sistema de salvamento de la tripulación.

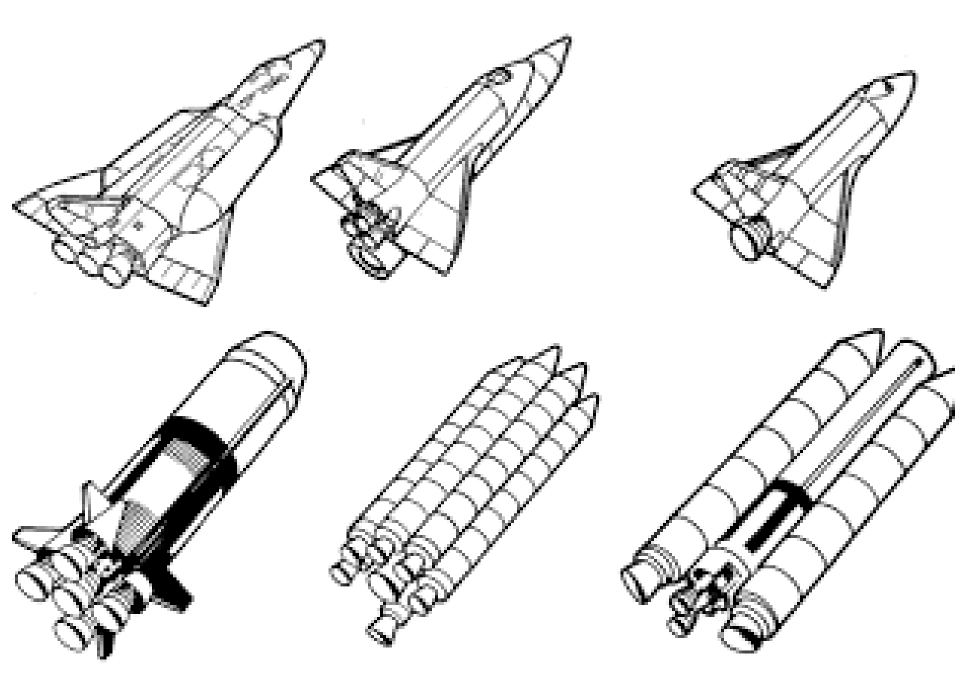
En 1972, se anuncia que el vehículo reutilizable se abandonaría por completo a favor del diseño con cohetes sólidos (SRB) reutilizables que se separarían de la combinación Orbiter/Tanque Externo (ET) después de gastar su combustible y descender en paracaídas para su recuperación; la oficina de Vuelo Espacial Tripulado de la NASA determinó posteriormente que los SRB no podían aterrizar de manera controlada en tierra y debían recuperarse en el mar; se discutieron las implicaciones de la decisión y se eliminaron oficialmente todos los sitios de lanzamiento y aterrizaje de lugares no costeros, en una reunión final de abril de 1972, se estudió construir y operar una nueva instalación de lanzamiento y aterrizaje en la Isla Matagorda (105 Km al S de Houston, Texas), con el costo de modificar y operar tanto KSC como VAFB.



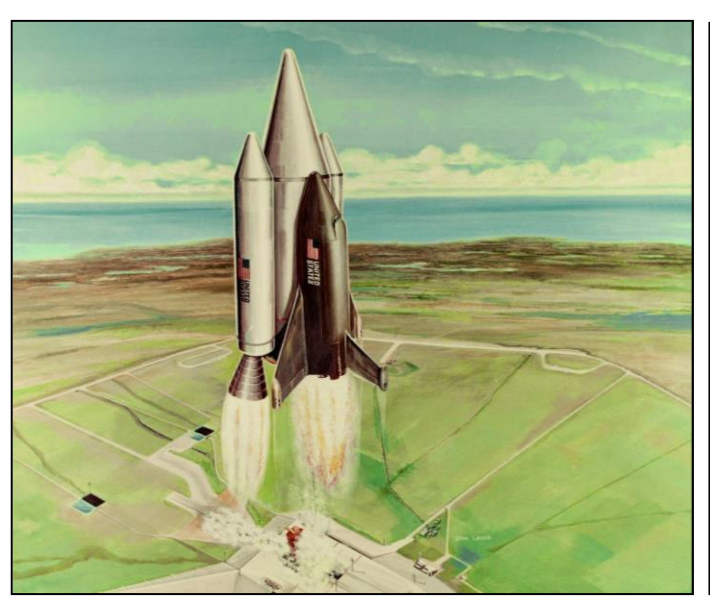


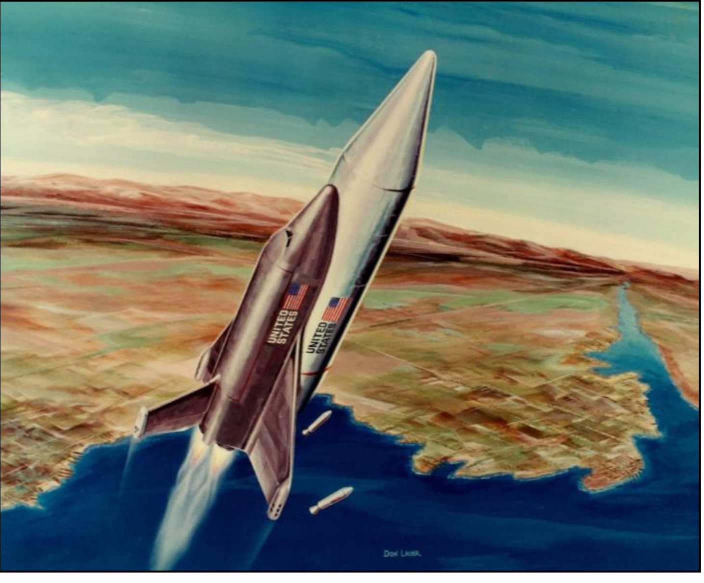
La idea era la de utilizar un solo sitio de lanzamiento (basado en 60 vuelos por año a partir del año1985) para lanzar tantas misiones desde la Isla Matagorda, se necesitaría construir tres bahías de ensamble de vehículos para acoplar los orbitadores con sus SRB y ET, tres plataformas móviles para transporte, tres plataformas de lanzamiento y una pista de aterrizaje. Sin embargo, el plan de un solo sitio incurriría en mayores costos, por la sencilla razón de que la Isla Matagorda no tenía una infraestructura de vuelos espaciales ya establecida, como si la tenían el KSC y la Base Aérea Vandenberg; el sitio costero era en parte de propiedad privada, por lo que la construcción no podía comenzar allí hasta que la NASA hubiera negociado la compra de la tierra, el aeropuerto, la infraestructura, como carreteras, ferrocarriles, puerto, plantas de tratamiento de residuos y sistema de agua potable necesitaría construirse nuevo o expandirse, finalmente en abril de 1972 se anunció en una conferencia de prensa que los STS se lanzarían desde el KSC a partir de 1978 y los lanzamientos desde la Base Aérea Vandenberg se realizarían gradualmente a principios de la década de 1980.



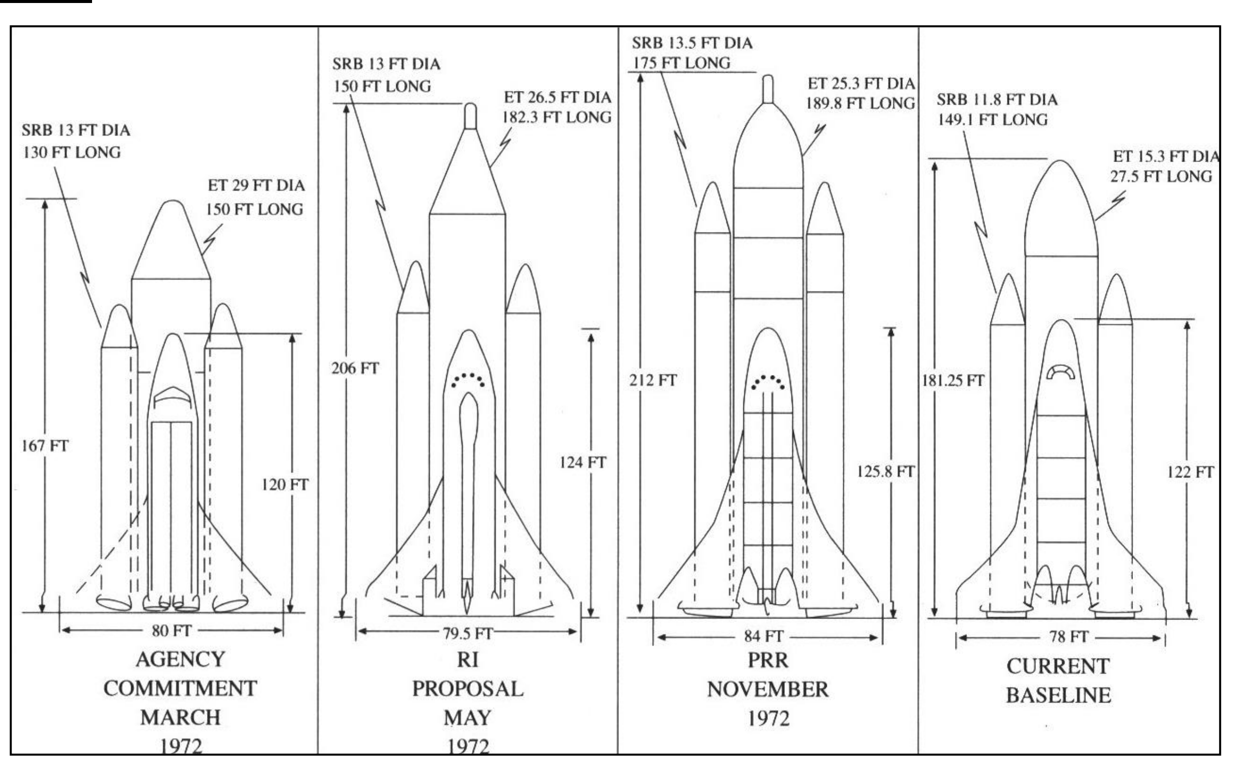


Propuestas a finales de 1971

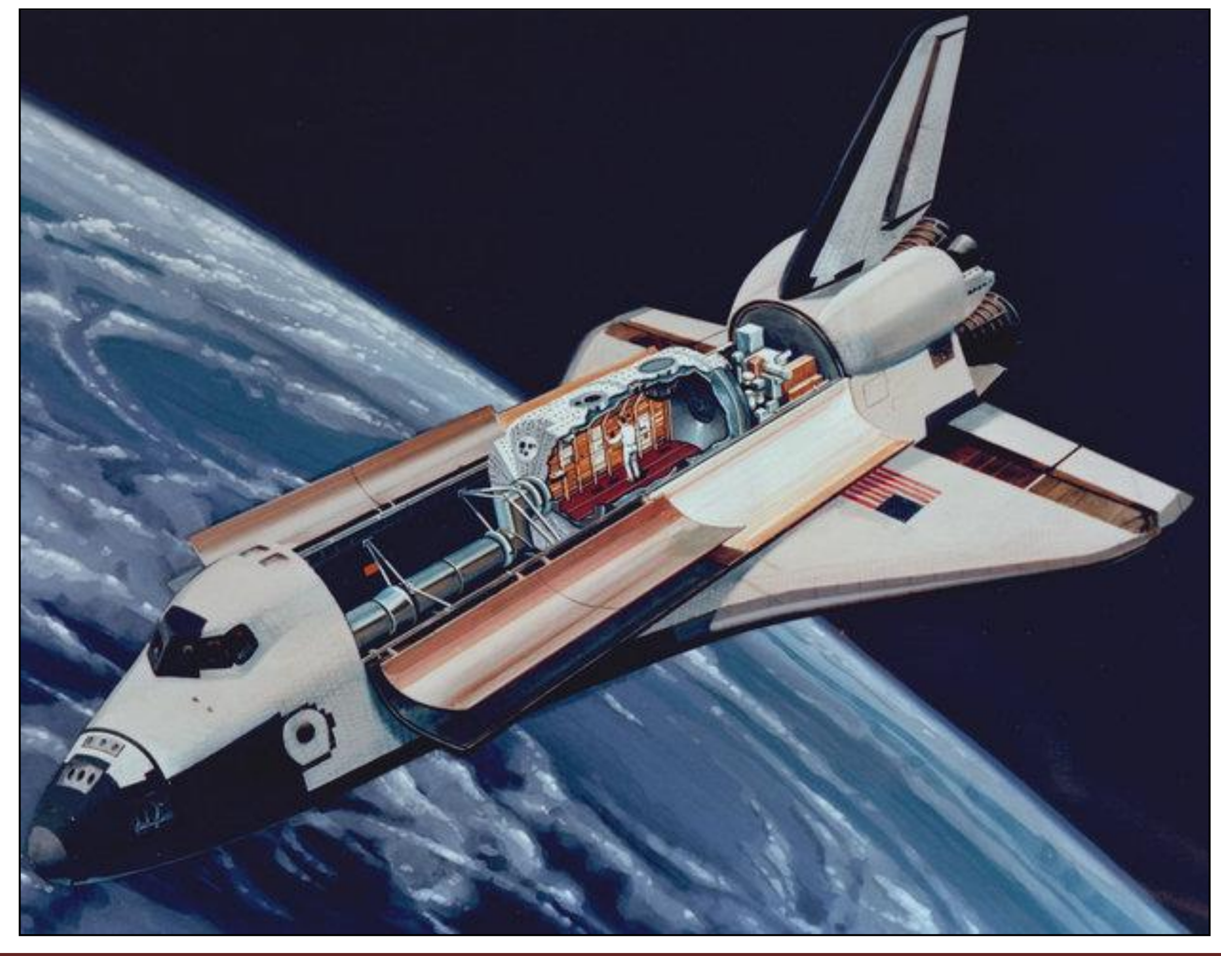


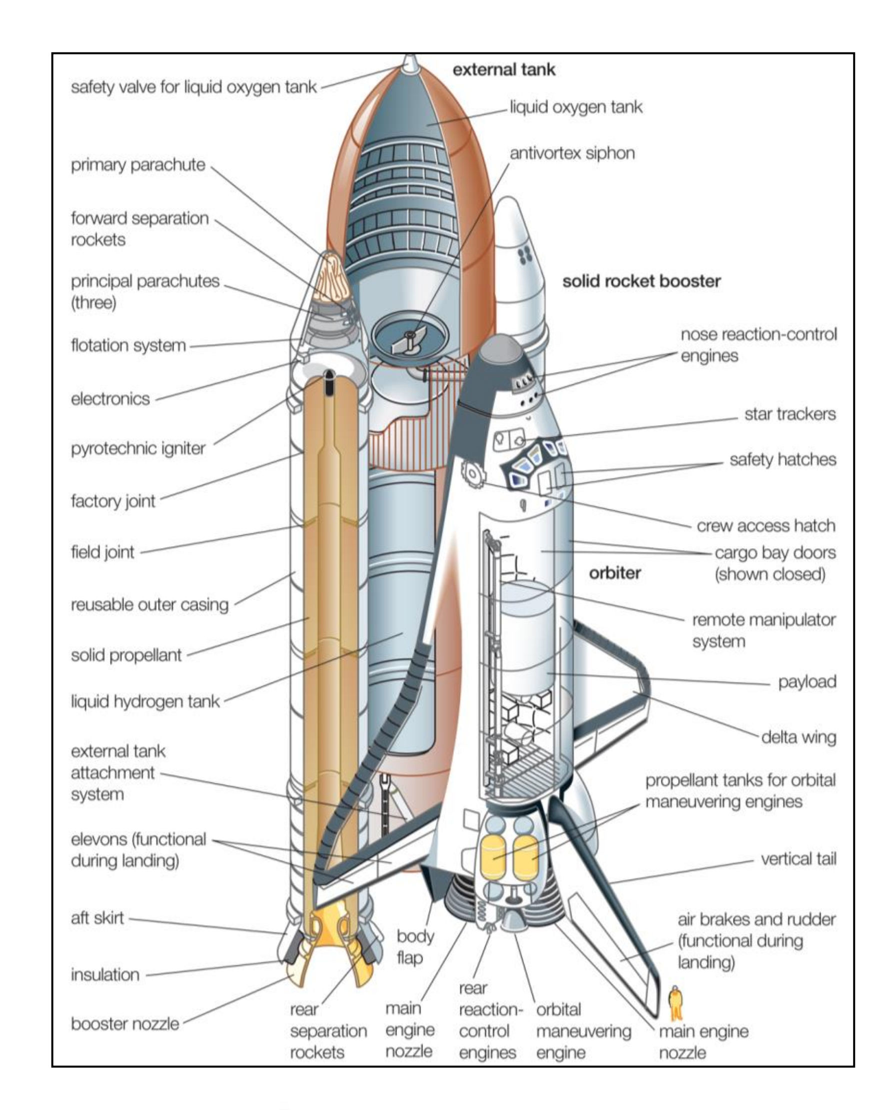


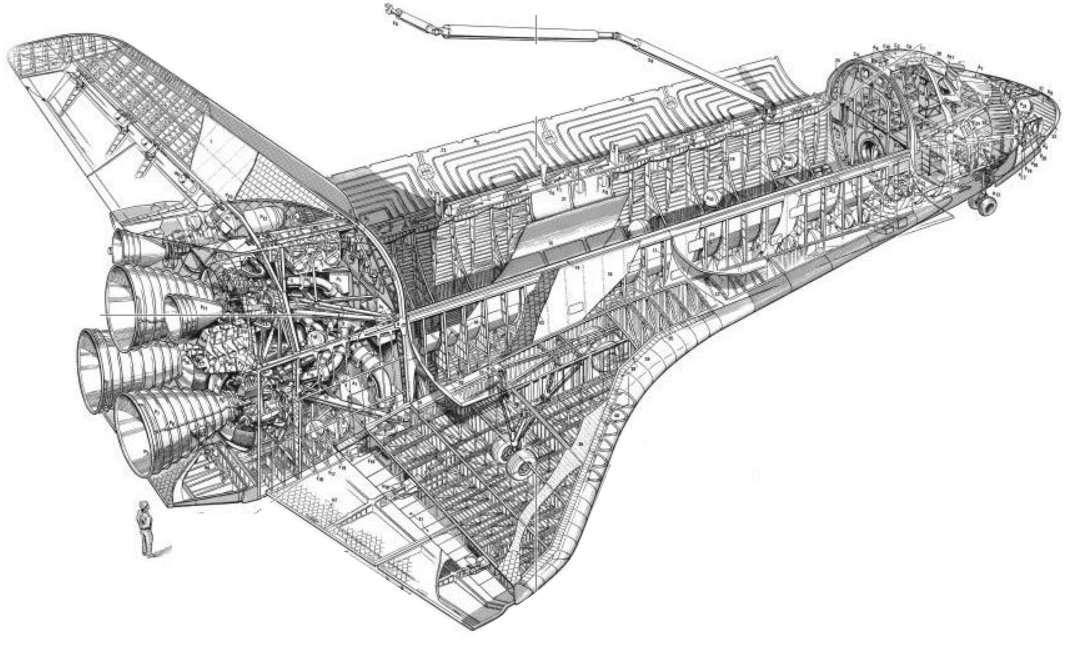
## Space Shuttle

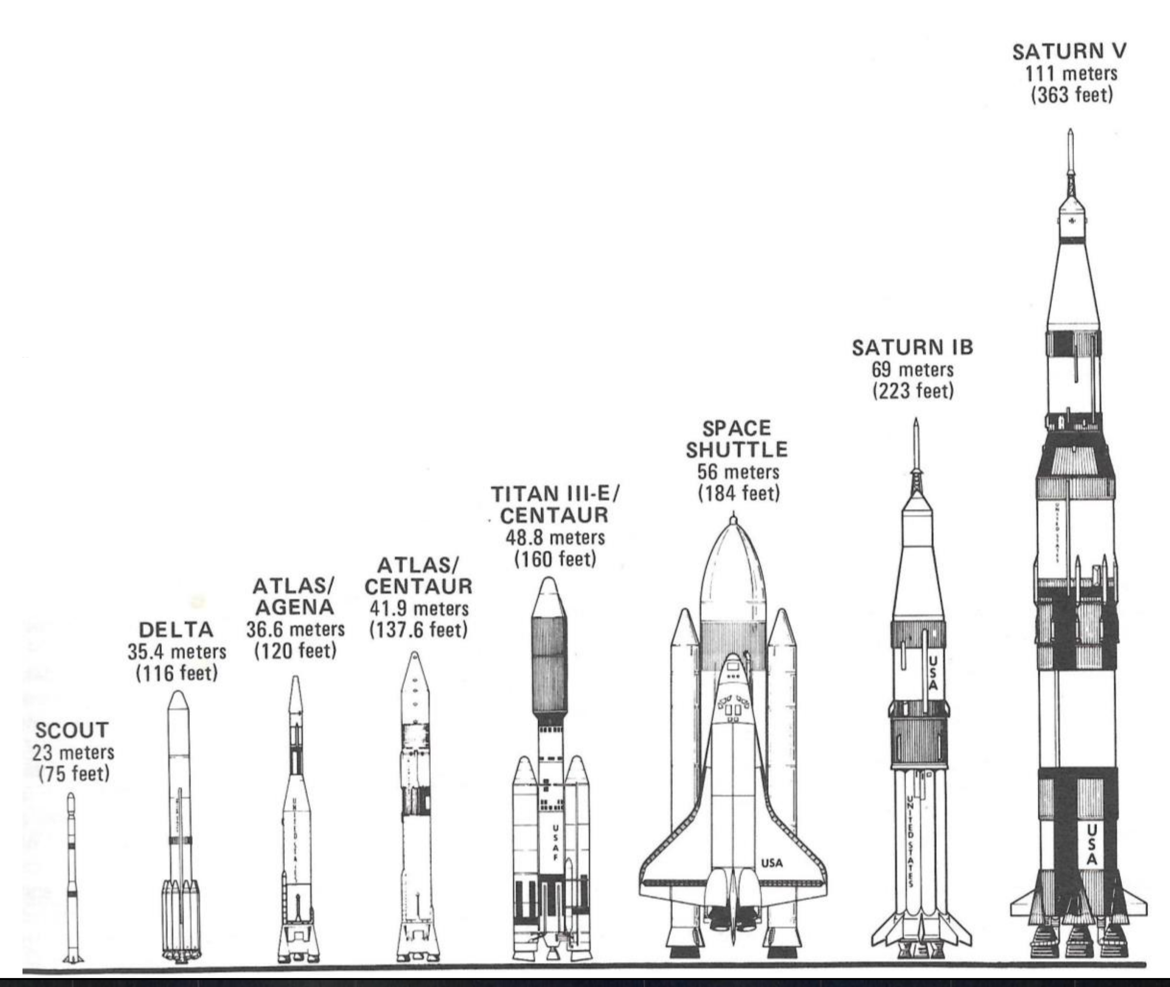


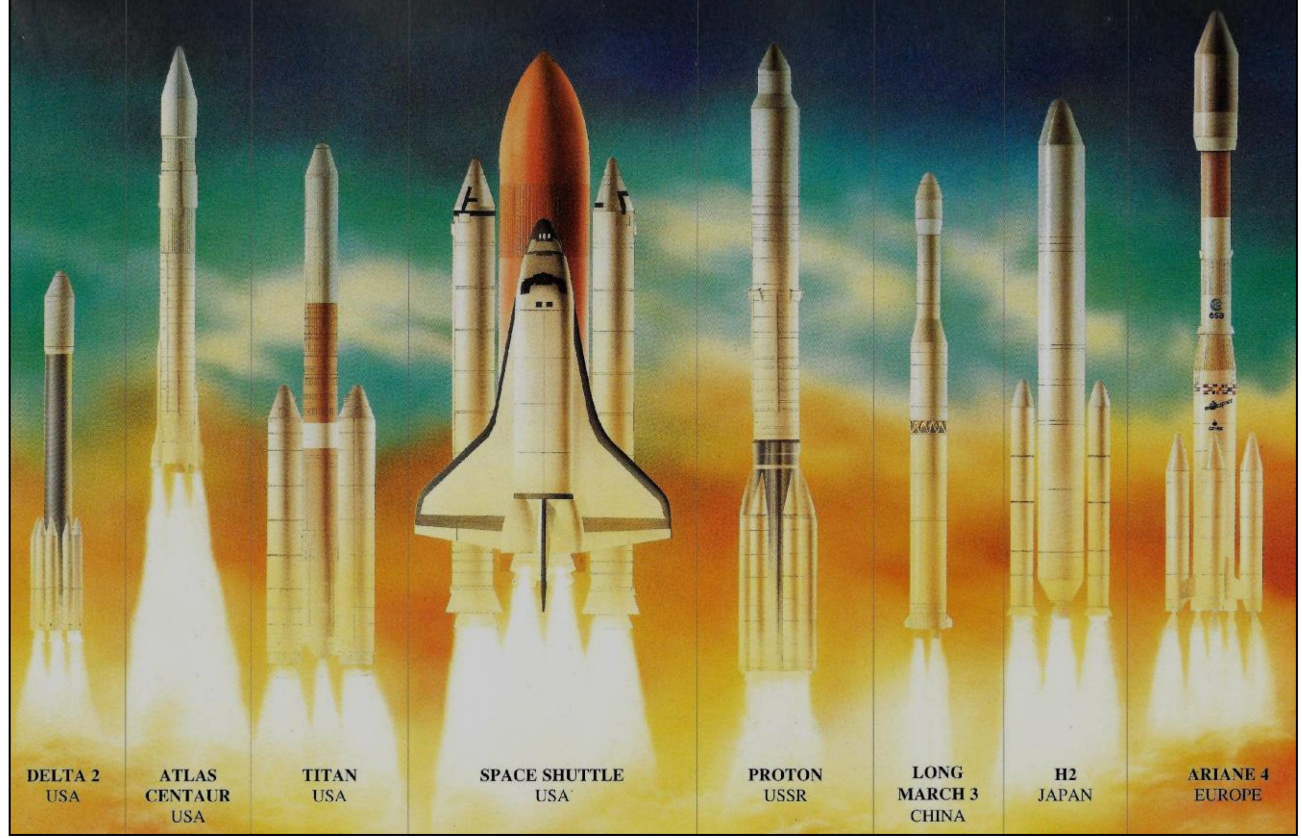

El diseño evolucionaría hasta que en 1972 se presenta la configuración final del Space Shuttle de la mano de la empresa Rockwell, con sus ya familiares cohetes de combustible sólido, el conjunto de tres elementos de la lanzadera (orbitador, los cohetes aceleradores y el depósito desechable de combustible.




external tank
safety valve for liquid oxygen tank
liquid oxygen tank
antivortex siphon
primary parachute
forward separation rockets
principal parachutes (three)
solid rocket booster
flotation system
nose reaction-control engines
electronics
star trackers
pyrotechnic igniter
safety hatches
factory joint
crew access hatch
field joint
cargo bay doors (shown closed)
orbiter
reusable outer casing
remote manipulator system
solid propellant
payload
liquid hydrogen tank
delta wing
external tank attachment system
propellant tanks for orbital maneuvering engines
elevons (functional during landing)
vertical tail
aft skirt
air brakes and rudder (functional during landing)
body flap
insulation
booster nozzle
rear separation rockets
main engine nozzle
rear reaction-control engines
orbital maneuvering engine
main engine nozzle

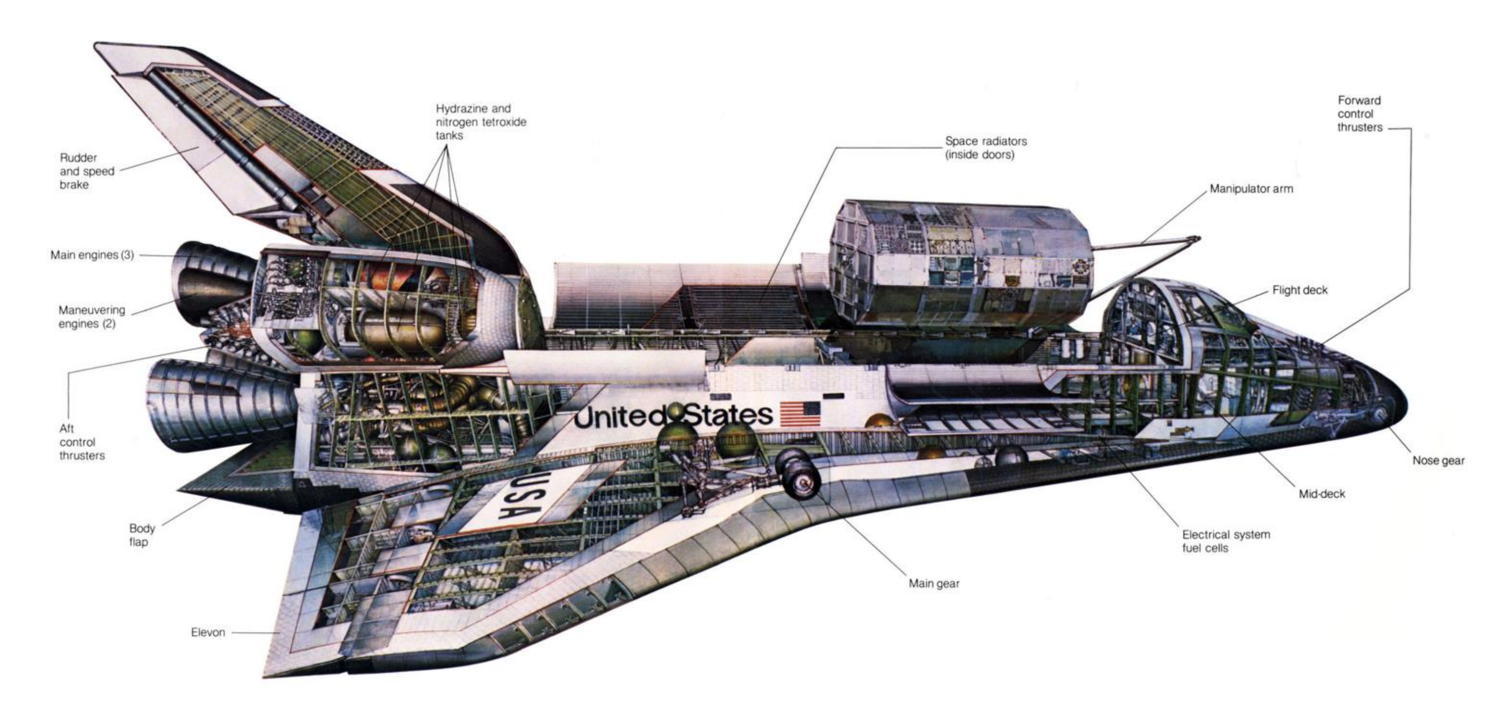



SCOUT
23 meters
(75 feet)
DELTA
35.4 meters
(116 feet)
ATLAS/
AGENA
36.6 meters
(120 feet)
ATLAS/
CENTAUR
41.9 meters
(137.6 feet)
TITAN III-E/
CENTAUR
48.8 meters
(160 feet)
SPACE
SHUTTLE
56 meters
(184 feet)
SATURN IB
69 meters
(223 feet)
SATURN V
111 meters
(363 feet)


DELTA 2
USA
ATLAS
CENTAUR
USA
TITAN
USA
SPACE SHUTTLE
USA
PROTON
USSR
LONG
MARCH 3
CHINA
H2
JAPAN
ARIANE 4
EUROPE

## Características técnicas

## Orbiter (Orbitador)

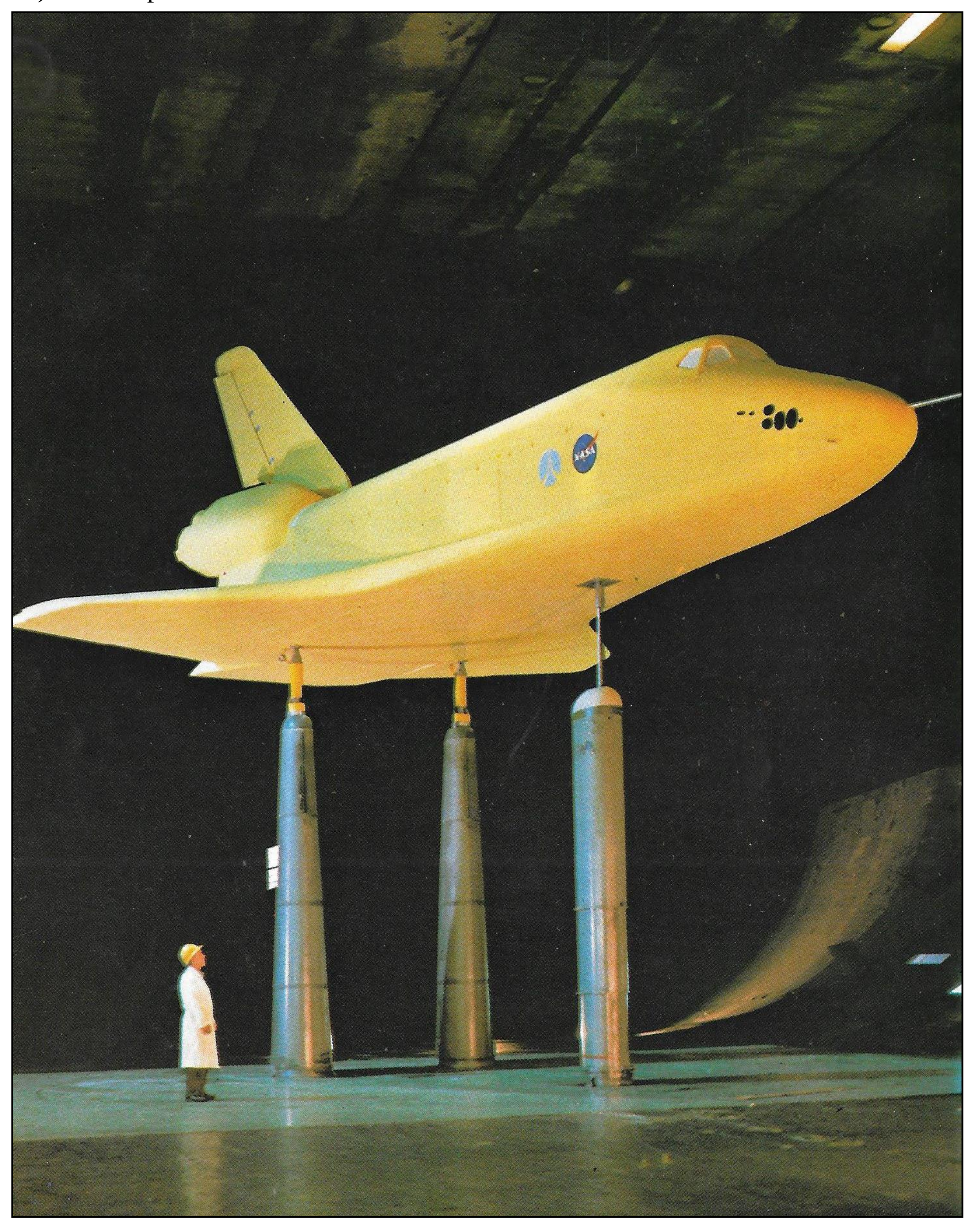



El Orbiter se parecía a un avión en su diseño, con un fuselaje de aspecto estándar y dos alas delta dobles, ambas alas barridas en un ángulo de 81° en sus bordes delanteros internos y 45° en sus bordes delanteros externos y el estabilizador vertical, cuatro elevones montados en los bordes posteriores de las alas delta, y una combinación de timón y freno de velocidad en el borde posterior del estabilizador vertical. Estos, junto con una aleta móvil ubicada debajo de los motores principales, controlaban el orbitador durante las etapas posteriores del descenso a través de la atmósfera y el aterrizaje.

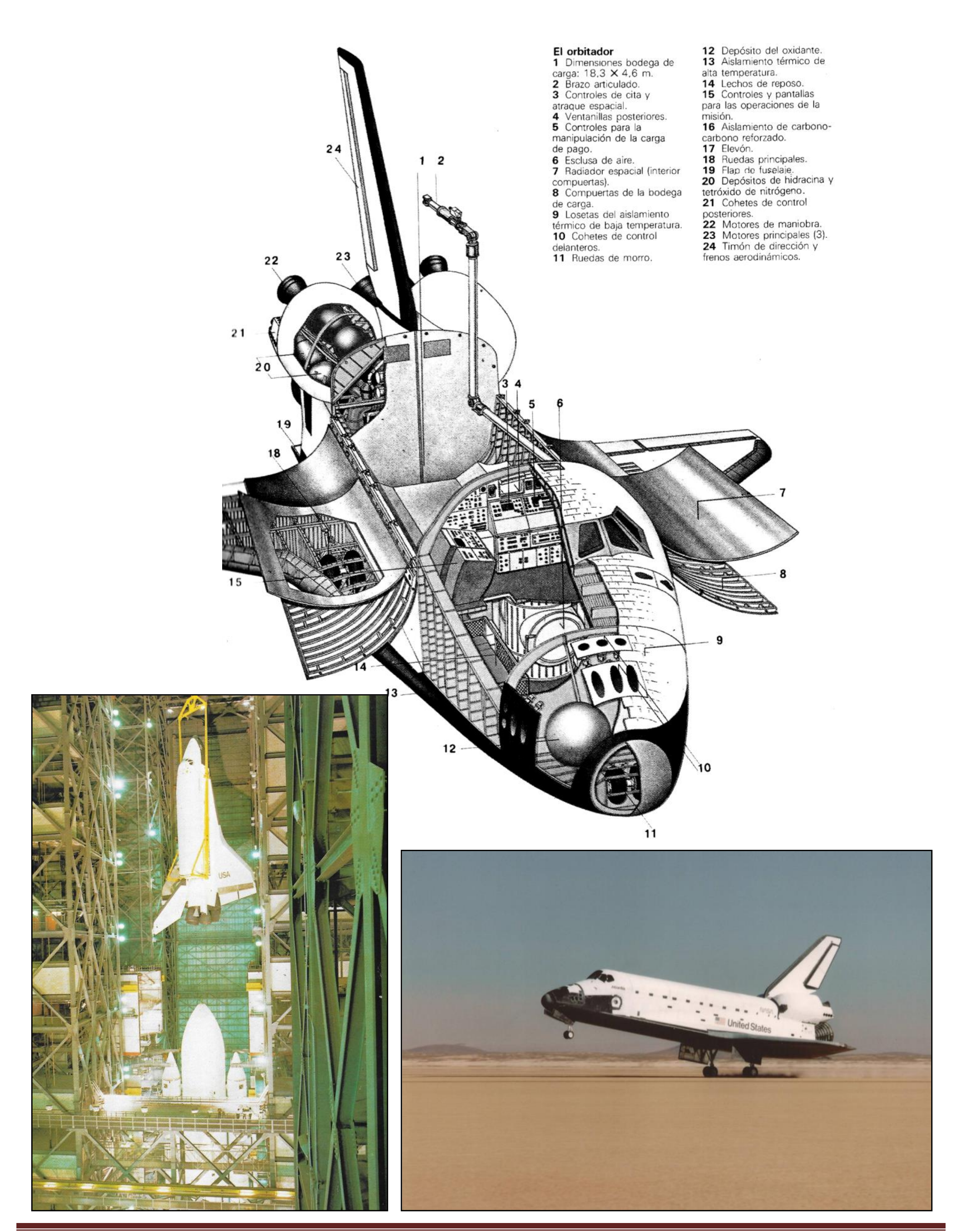
El Sistema de Control de Reacción (RCS) estaba compuesto por 44 pequeños cohetes de combustible líquido y un sofisticado sistema de control de vuelo que llevaba a cabo el control de actitud habitual a lo largo de los ejes de cabeceo, balanceo y guiñada durante todas las fases de vuelo, lanzamiento, órbita y reingreso, como también cualquier maniobra orbital necesaria, incluidos los cambios en la altitud de la órbita, el plano orbital y la excentricidad, estas fueron todas las operaciones que requerían mucho más poder y energía que el simple control de actitud.



Los cohetes del Sistema de Control de Reacción eran 14 cohetes RCS primarios y dos cohetes Vernier que estaban ubicados cerca de la nariz del Orbiter, los motores RCS estaban ubicados en los dos pods del Sistema de Maniobra Orbital (OMS) en la parte trasera del Orbiter y estos incluían 12 motores primarios (PRCS) y dos Vernier (VRCS) en cada pod.



El sistema PRCS proporcionó el control de puntería del Orbiter y el VRCS se usó para maniobras finas durante las maniobras de encuentro, acoplamiento y desacoplamiento con las Estaciones Orbitales ISS y Mir, el RCS también controló la actitud del Orbiter durante la mayor parte de su reingreso a la atmosférico, hasta que el aire se volviera lo suficientemente denso como para que el timón, los elevones y el planeo se hicieran efectivos, durante el proceso de diseño inicial del Orbiter, los impulsores RCS delanteros debían ocultarse debajo de las puertas retráctiles (que se abrirían una vez que el Orbiter alcanzara el espacio), se omitieron en favor de los propulsores empotrados por temor a que las puertas del RCS se mantuvieran abiertas y pusieran en peligro a la tripulación y al Orbiter durante la reentrada atmosférica.


El orbitador
1 Dimensiones bodega de carga: 18,3 × 4,6 m.
2 Brazo articulado.
3 Controles de cita y atraque espacial.
4 Ventanillas posteriores.
5 Controles para la manipulación de la carga de pago.
6 Esclusa de aire.
7 Radiador espacial (interior compuertas).
8 Compuertas de la bodega de carga.
9 Losetas del aislamiento térmico de baja temperatura.
10 Cohetes de control delanteros.
11 Ruedas de morro.
12 Depósito del oxidante.
13 Aislamiento térmico de alta temperatura.
14 Lechos de reposo.
15 Controles y pantallas para las operaciones de la misión.
16 Aislamiento de carbono-carbono reforzado.
17 Elevón.
18 Ruedas principales.
19 Flap de fuselaje.
20 Depósitos de hidracina y tetróxido de nitrógeno.
21 Cohetes de control posteriores.
22 Motores de maniobra.
23 Motores principales (3).
24 Timón de dirección y frenos aerodinámicos.
USA
United States

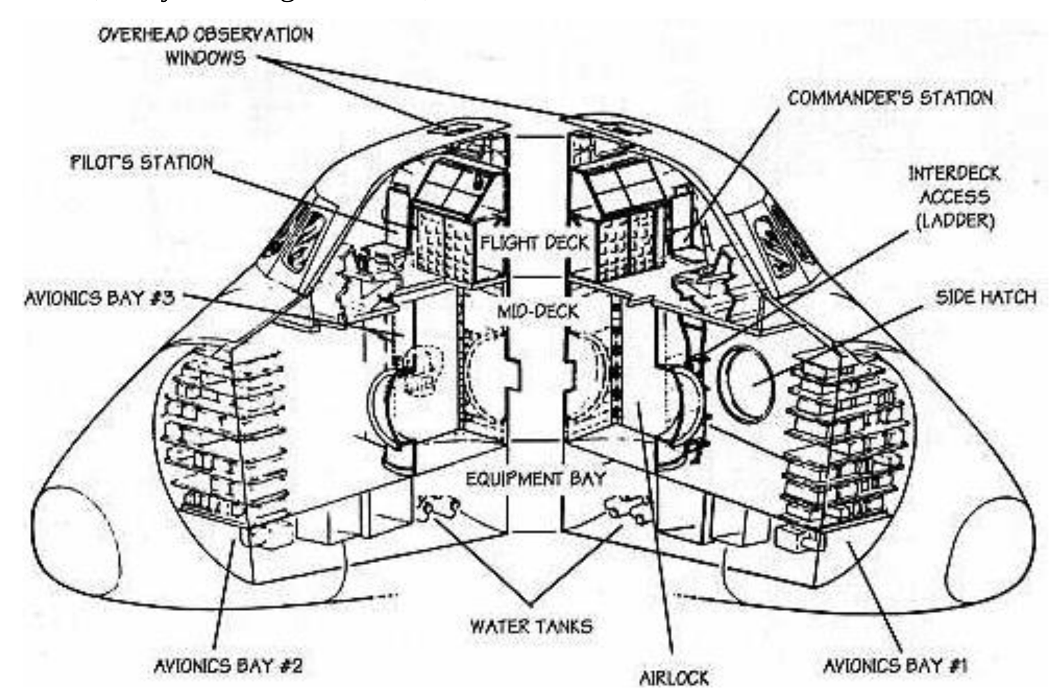
La cabina de la tripulación del Orbiter constaba de tres niveles: cubierta de vuelo, cubierta media y área de servicios públicos, el principal de ellos fue la cubierta de vuelo, en la que se sentaban el comandante y el piloto, con hasta dos especialistas de misión sentados detrás de ellos, la cubierta intermedia, que estaba debajo de la cubierta de vuelo, tenía tres asientos más para el resto de los miembros de la tripulación.

Lugares para trabajo, descanso, dormir, baño, armarios de almacenamiento y la compuerta lateral para entrar y salir del Orbiter se encontraban en la cubierta media, así como la compuerta de aire, la compuerta tenía una escotilla adicional en la bahía de carga útil (permitía que los astronautas con sus trajes espaciales de la Unidad de Movilidad Extravehicular (EMU) se despresurizaran antes de una caminata en el espacio (EVA), también servía para presurizar y volver a entrar en el Orbiter al final del EVA, el área de servicios estaba ubicada debajo del piso de la cubierta intermedia y contenía tanques de aire y agua además del sistema de lavado de dióxido de carbono, el sistema informático del Orbiter consistía en cinco computadoras de aviónica IBM AP-101 idénticas, con un lenguaje de programación HAL/S especialmente desarrollado para el STS controlaban de manera redundante los sistemas a bordo del vehículo.

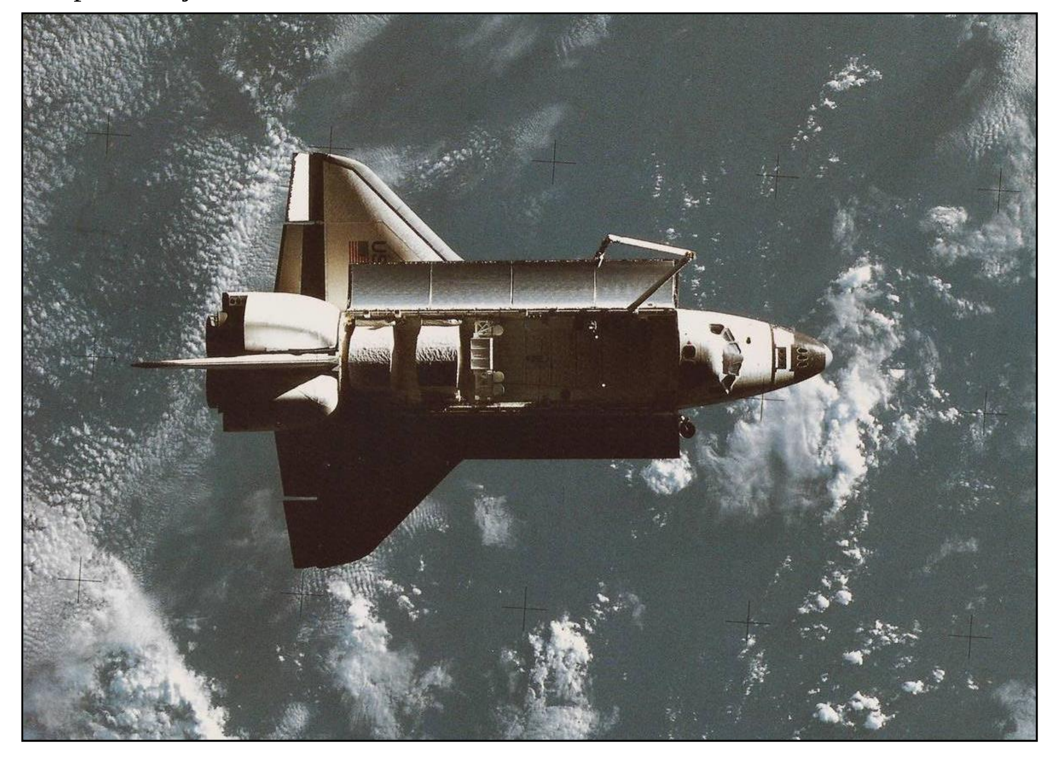
El Orbiter estaba protegido por dentro y fuera por el Sistema de Protección Térmica (TPS) (desarrollado por Rockwell Space Systems) desde la superficie exterior del Orbiter hasta la bahía de carga útil con regímenes de temperaturas que iban desde -121°C del frío del espacio al calor de reentrada de 1649 °C .



En la misma cabina, el piloto podía manejar todos los equipos de la bodega y abrir compuertas ayudado por cámaras de TV, desde la cubierta media también se podía pasar (a través de un túnel) a la bodega de carga, cuyo diámetro era de 4,6 m y una longitud de 18,3 m.




La estructura del Orbiter fue hecha principalmente de aleación de Aluminio, aunque la estructura del motor fue hecha de aleación de Titanio, los orbitadores posteriores (Discovery, Atlantis y Endeavor) sustituyeron el epoxi de grafito por Aluminio en algunos elementos estructurales para reducir el peso. Las ventanas estaban hechas de vidrio de silicato de Aluminio y vidrio de sílice fundido, y comprendían un panel de presión interno, un panel óptico de 33 mm de espesor y un panel térmico externo, tenía tres conjuntos de trenes de aterrizaje que emergían hacia abajo a través de puertas en el escudo térmico, como medida de ahorro de peso, el equipo no se podía retraer una vez desplegado, debido a que se abría a través de las capas de protección contra el calor, el tren de aterrizaje solo podía bajarse mediante controles manuales.



**Motores principales RS-25**

Los motores principales del Space Shuttle eran Aerojet Rocketdyne RS-25 y se fijaron en la parte trasera del fuselaje, diseñados y fabricados por Rocketdyne, el RS-25 quemaba Hidrógeno líquido criogénico y Oxígeno líquido, cada motor producía 1,859 kN de empuje en el despegue; aunque el RS-25 podía remontar su origen a la década de 1960, el desarrollo del motor comenzó en la década de 1970, con su primer vuelo en el Shuttle Columbia (STS-1) que tuvo lugar el 12-04-1981, el RS-25 ha sufrido varias actualizaciones a lo largo de su historial operacional para mejorar la confiabilidad, la seguridad y la carga de mantenimiento, una de sus actualizaciones, el RS-25D es el motor de cohete de combustible líquido más eficiente actualmente en uso.

El transbordador espacial utilizó un grupo de tres motores RS-25 montados en la estructura de popa del Orbiter, extrayendo el combustible del tanque externo, los motores se usaron para propulsión durante la totalidad del lanzamiento de la nave, con un empuje adicional proporcionado por los dos cohetes de propulsión sólidos y los dos motores del sistema de maniobra orbital AJ-10 del Orbitador, después de cada vuelo, los motores eran retirados del orbitador, inspeccionados y restaurados antes de ser reutilizados en otra misión.

Si era necesario, los motores se podían cambiar en la plataforma, los motores, que extraían el combustible del tanque externo (ET) a través del sistema de propulsión principal (MPS) del Orbiter, se encendían en T -6,6 seg. antes del despegue, lo que permitió verificar su rendimiento antes de la ignición de los cohetes de combustible sólido (SRB), en el momento del lanzamiento, los motores estarían funcionando al 100%, con una aceleración de hasta el 104.5% inmediatamente después del despegue.

Los motores mantendrían este nivel de potencia hasta alrededor de T +40 seg., donde se reducirían a cerca del 70% para reducir las cargas aerodinámicas sobre la lanzadera cuando pasaba por la región de máxima presión dinámica, luego, los motores volverían a acelerarse hasta alrededor de T +8 min., momento en el que se irían reduciendo gradualmente a 67% para evitar que supere los 3 g de aceleración a medida que se aceleraba debido al consumo de propelente, finalmente los motores se apagaban, un procedimiento conocido como corte del motor principal (MECO), en torno a T +8,5 min., funcionaba en un rango de temperaturas de −253/3300°C.

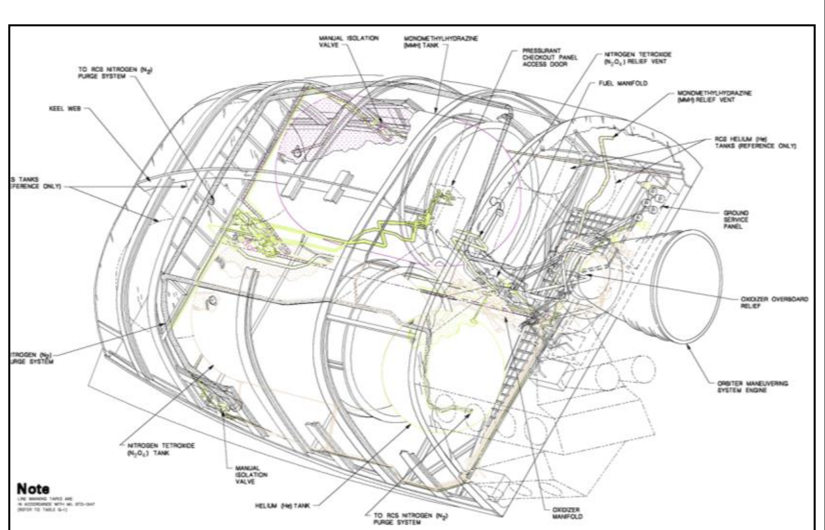




## Sistema de Maniobra Orbital (OMS) AJ-10

Diseñado y fabricado por Aerojet, el sistema permitía al Orbiter realizar maniobras orbitales de acuerdo con los requisitos de cada perfil de misión: inyección orbital después del corte del motor principal, correcciones orbitales durante el vuelo y reingreso, el OMS constaba de dos vainas montadas en el fuselaje del Orbiter, a cada lado del estabilizador vertical.

Cada pod contenía un solo motor AJ10-190, basado en el motor del sistema de propulsión del Módulo de Servicio Apollo, y producía 26,7 KN de empuje, cada motor se podía reutilizar para 100 misiones.






La parte mas delicada del Orbiter constituía en el sistema de protección térmica formado por 31000 placas que cubrían toda la superficie inferior de la nave, la nariz y el borde de ataque de sus alas, su misión principal era proteger a la nave de la temperatura de la reentrada a la atmosférica, estas losetas tenían de 10 a 14 cm de espesor y medían de 20 a 25 cm de lado, eran de forma irregular para adaptarse a las curvas de la nave.

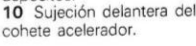


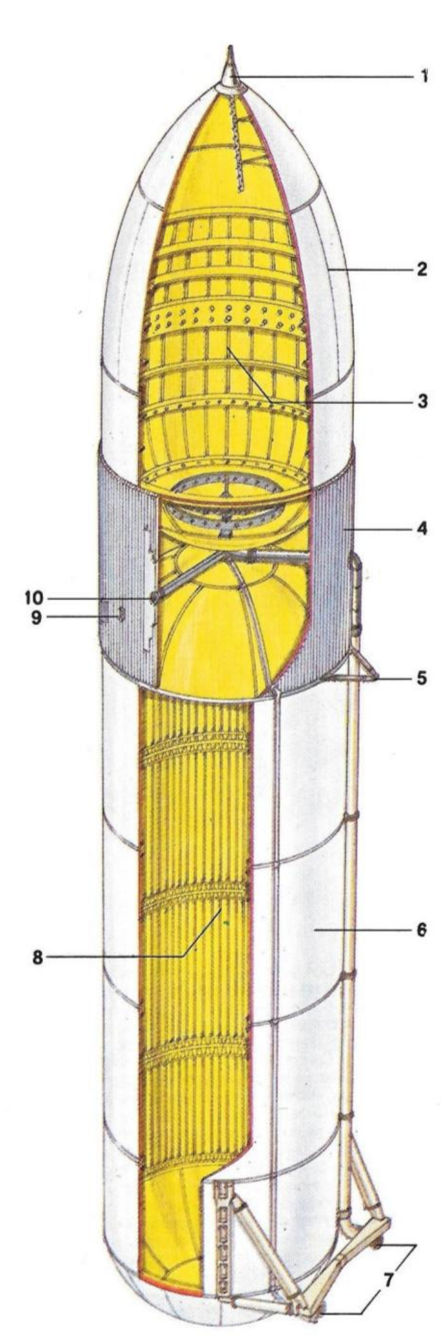
## Tanque Externo (ET)

Otro componente del STS es el tanque externo (ET) construido por la Martin Marietta Corp, era un enorme tanque de combustible cilíndrico de 8,5 m de diámetro por 47,10 m de largo que pesaba vacío 32,7 tn; en su interior cabían 71 tn de Oxígeno e Hidrógeno líquidos a muy baja temperatura que eran los propulsores para los motores principales del Orbiter, sobre la porción delantera del Oxígeno, en la zona entre los depósitos y a ambos lados del de Hidrógeno, se aplicaba un aislamiento de espuma para reducir la formación de hielo o escarcha durante el lanzamiento y reducir al mínimo el calentamiento del interior que haría hervir el propulsor líquido, sobre los salientes y proyecciones del ET se aplicaba un material ablativo (que se consumía) como protección frente al calentamiento durante la reentrada atmosférica, unos sensores de nivel proporcionaban información sobre la carga de propulsor y emitían señales de desactivación de los motores principales del Orbiter cuando el nivel de propulsor era bajo, el ET no era reutilizable.

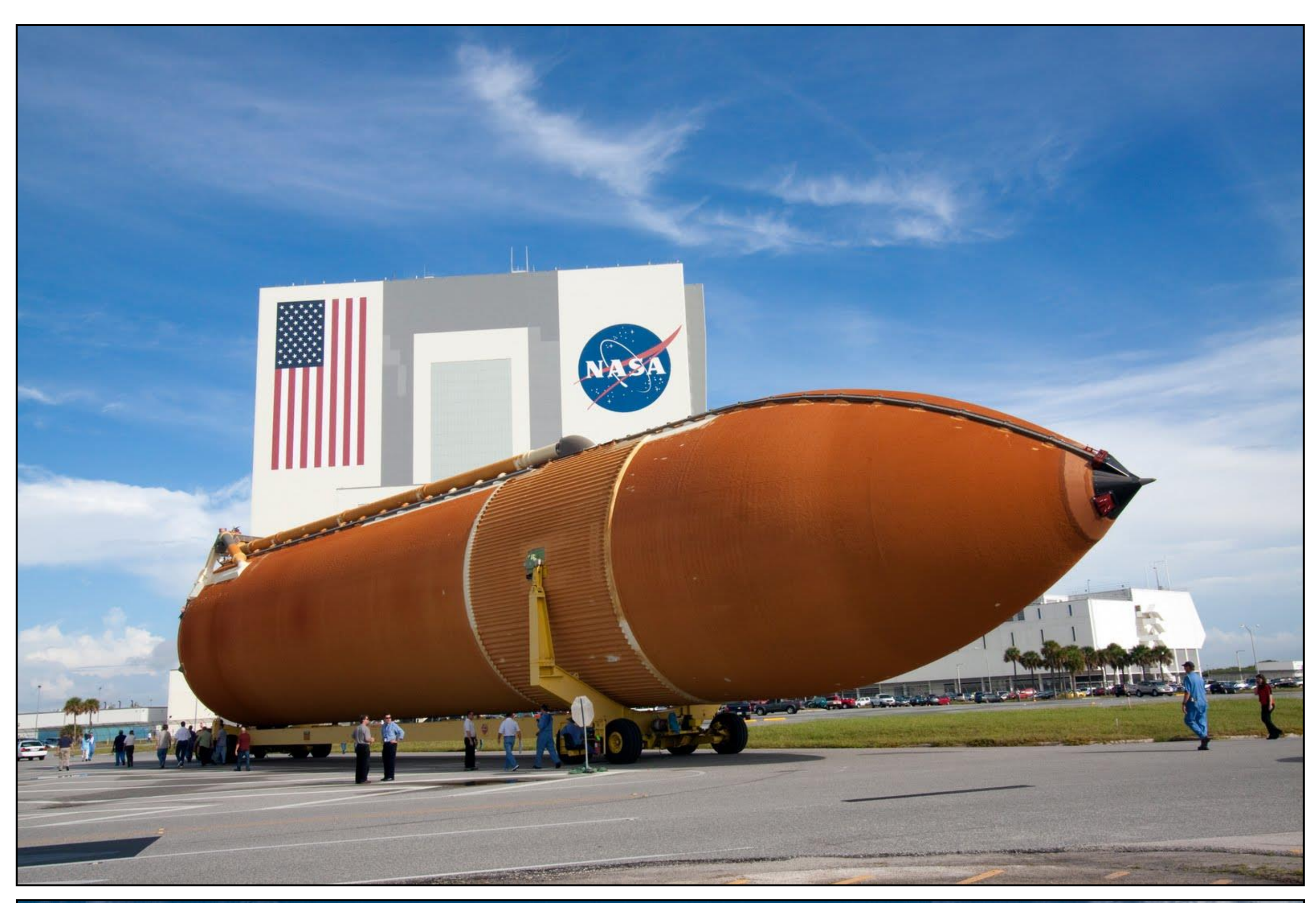


**Depósito externo**
**1** Válvula de ventilación y carena del depósito de oxígeno líquido.
**2** Depósito de oxígeno líquido.
**3** Paredes amortiguadoras del movimiento del líquido.
**4** Sección intermedia.
**5** Estructura para la fijación de la parte delantera del orbitador.
**6** Depósito de hidrógeno líquido.
**7** Conductos de alimentación de propulsor y de presionización, y conexiones eléctricas.
**8** Largueros interiores.
**9** Placa umbilical entre los depósitos.
**10** Sujeción delantera del cohete acelerador.






**Características técnicas**
Longitud: 47 m.
Diámetro: 8,38 m.
Peso total al despegue: 743.253 kg.
Peso inerte: 33.503 kg.
Carga nominal de oxígeno líquido: 604.028 kg.
Carga útil de oxígeno líquido: 428.473 l.
Carga nominal de hidrógeno líquido: 101.587 kg.
Carga útil de hidrógeno líquido: 1.432.161 l.
Todos los pesos son aproximados.
Contratista principal: Martin Marietta Aerospace.


NASA

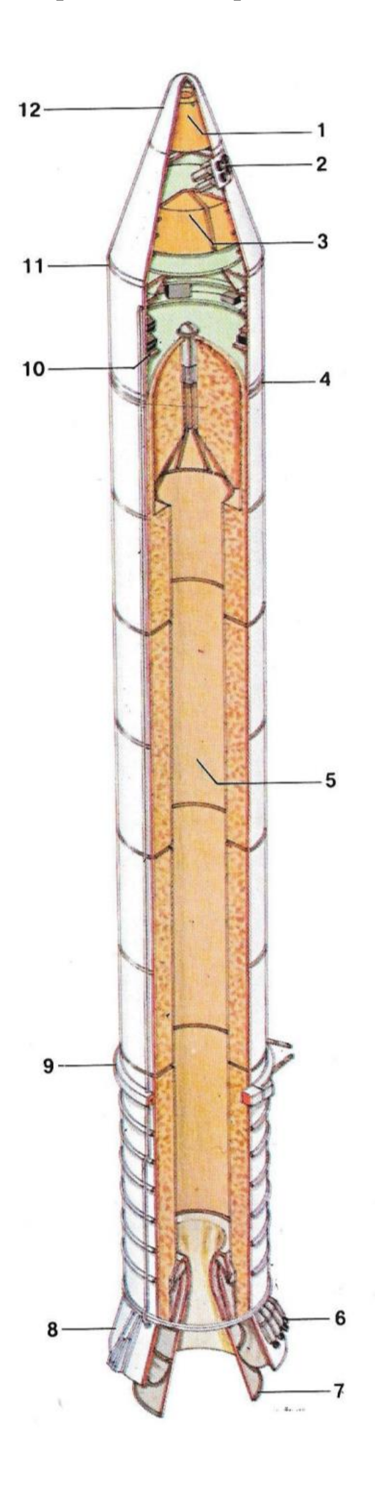


## Cohetes Aceleradores Sólidos (SRB)

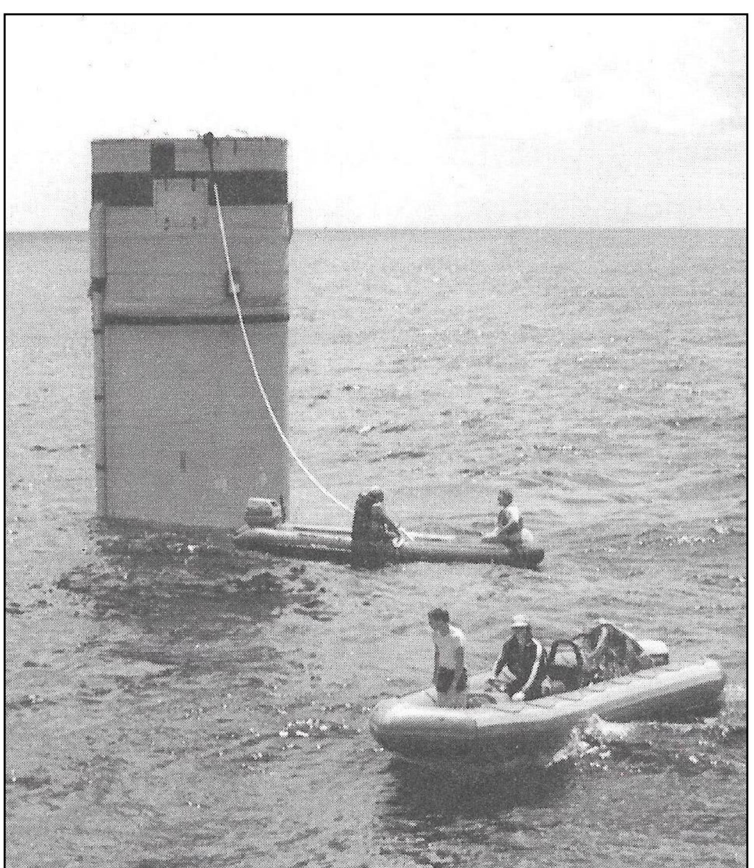
El último componente del STS, estaba formado por dos cohetes impulsores (SRB) que iban adosados a ambos costados del ET, estos cohetes de combustible sólido fueron construidos por la empresa Thiokol Corp., cada cohete tenía 3,7 m de diámetro y 45,4 m de largo, podían llevar 50 tn de combustible, este compuesto en parte por perclorato de Aluminio en polvo como oxidante y óxido de Hierro como catalizador, también llevaba una serie de aditivos como Aluminio en polvo y un polímetro como aglutinante, cada SRB desarrollaba una potencia de 1390000 Kg; al ser de combustible sólido, una vez que se encendía no se apagaba hasta agotar totalmente todo su contenido, estos cohetes eran recuperables luego de su caída al mar por medio de paracaídas.



**Cohete acelerador sólido**
**1** Paracaídas de frenado.
**2** Cuatro motores de separación de 9.832 kgf de empuje cada uno.
**3** Paracaídas principal.
**4** Sujeción del cohete al depósito externo de combustible.
**5** Motor segmentado. La mezcla del propulsor se compone de perclorato de aluminio (oxidante), aluminio (combustible), ambos en polvo, óxido de hierro (catalizador) y un polímero (que mantiene la mezcla unida y también actúa como combustible). El grano del propulsor está configurado en cada cohete para reducir el empuje en un 33 % aproximadamente a los 55 segundos del lanzamiento, y para evitar tensiones excesivas en el vehículo en los momentos de máxima presión dinámica.
**6** Cuatro motores de separación de 9.977 kg de empuje cada uno.
**7** Sistema de control vectorial de la tobera.
**8** Faldón posterior y soporte de lanzamiento.
**9** Anillo de fijación al depósito externo, aviónica trasera, sujeción de empuje y arriostramiento transversal.
**10** Aviónica de separación, instrumentación de vuelo operativo, aviónica de recuperación y sistema de seguridad.
**11** Faldón delantero.
**12** Carena de morro.







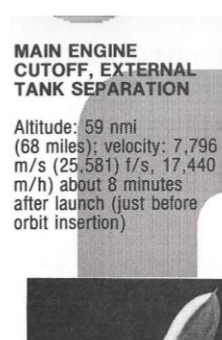

FREEDOM STAR
NASA

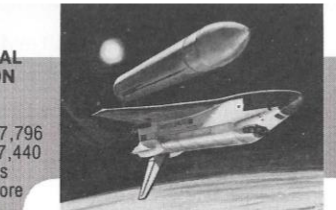
En el Centro Espacial Kennedy, el STS utilizaba dos complejos de lanzamiento denominados LC-39A y LC-39B, empleados desde las primeras misiones Apollo, los complejos sufrieron modificaciones considerables (la torre de lanzamiento de los Apollo eran sobre plataformas móviles, la del STS era fija y se desplazaba montada en forma vertical sobre la plataforma móvil del transporte oruga gigante, que depositaba la unidad completa sobre la fosa de lanzamiento, el Orbiter de montaba junto al Tanque Externo, al que se fijaban también los dos cohetes aceleradores sólidos, el conjunto se sujetaba a la plataforma en cuatro puntos de estos cohetes, en la base había depósitos de carga de combustible desde las que se bombeaba Oxígeno e Hidrógeno líquidos al depósito ET pocas horas antes del lanzamiento.



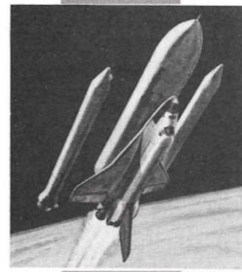


## Perfil de vuelo y mantenimiento

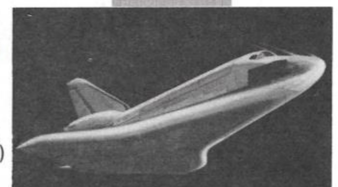


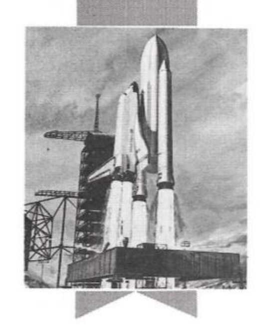



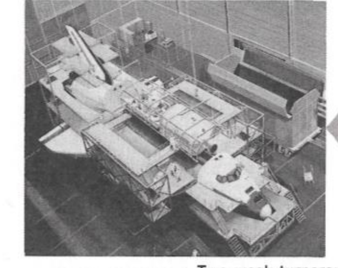


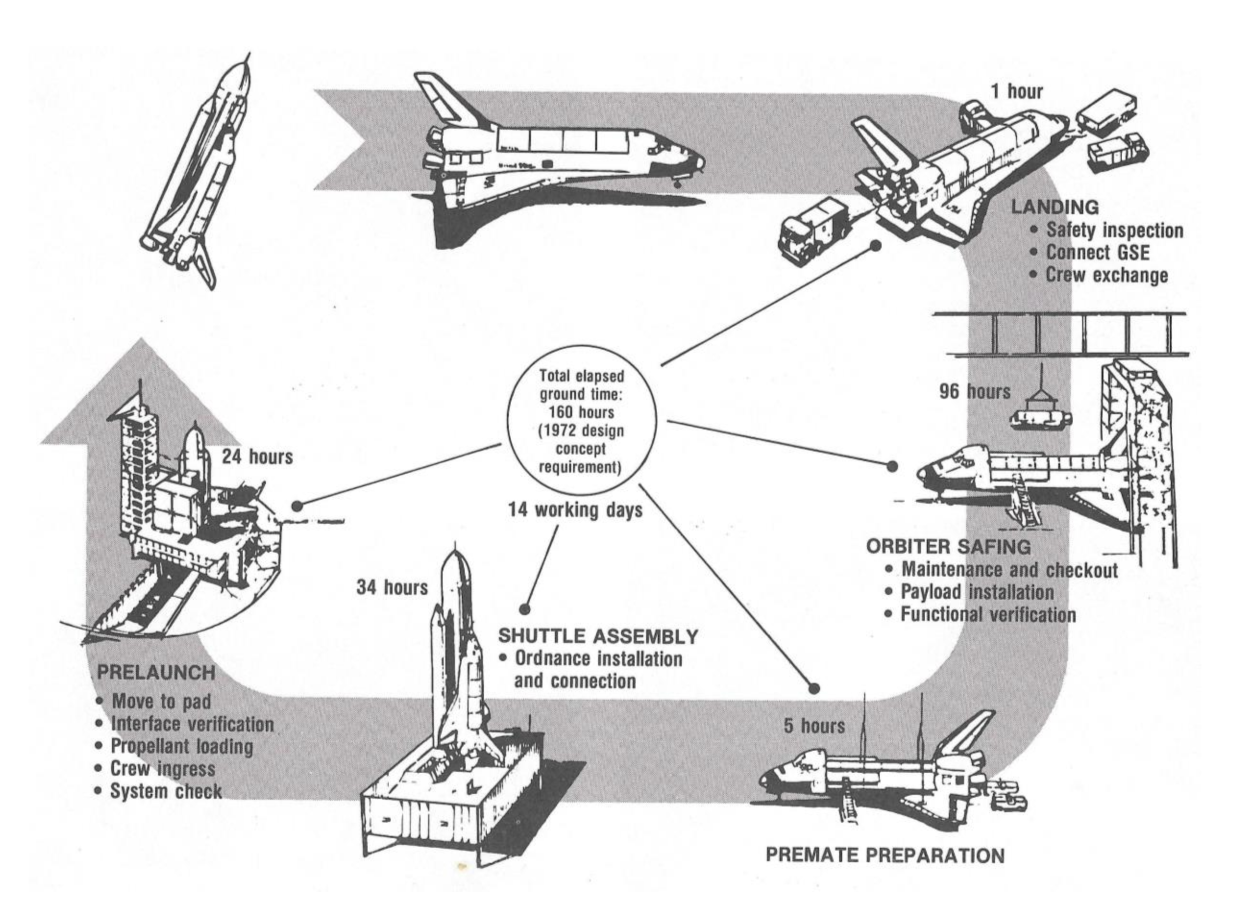





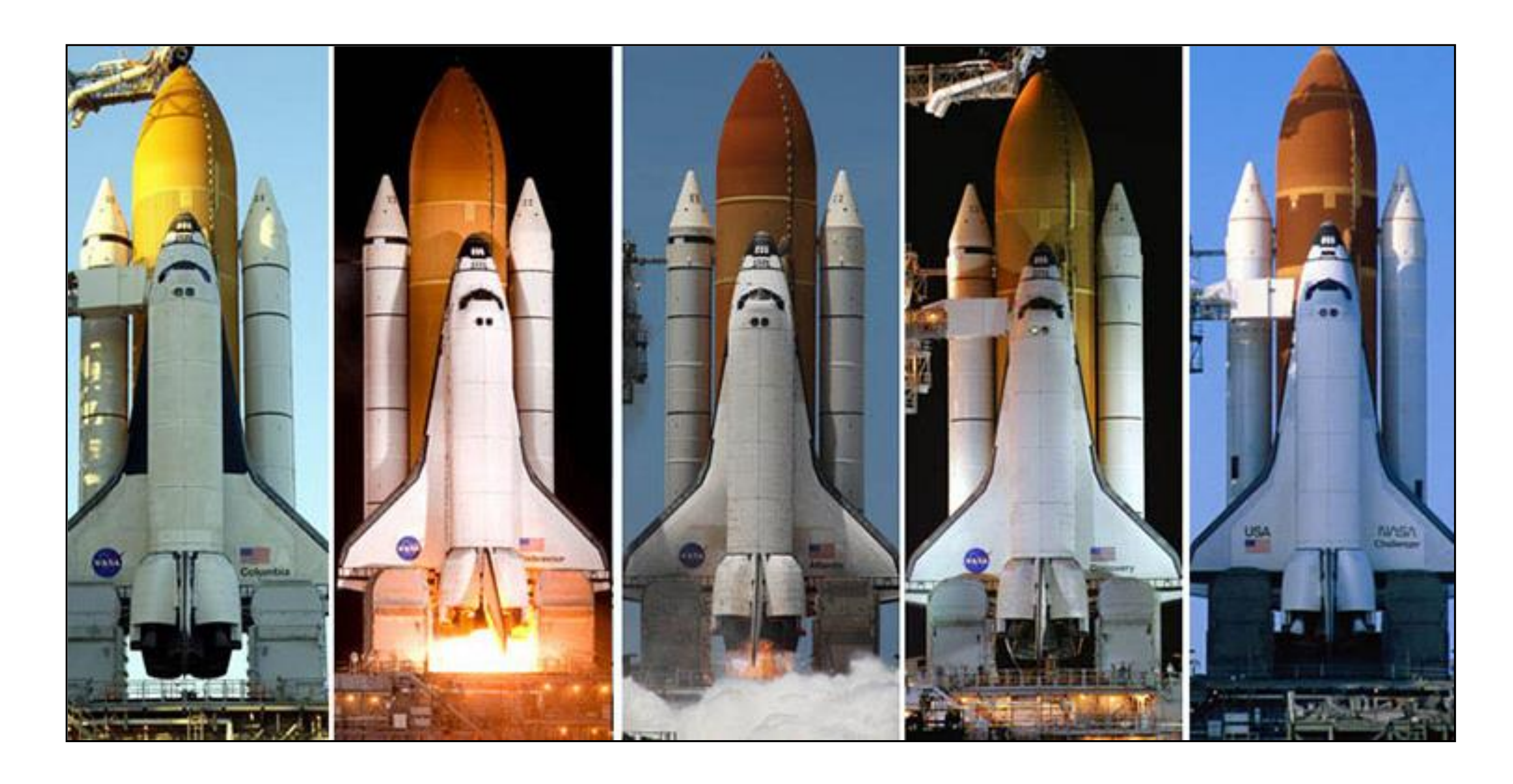



## Vehículos Orbitales (OV-Orbiter Vehicle)

En total Estados Unidos construyó un total de seis Vehículos Orbitales de los cuales cinco volaron al espacio, exteriormente todos eran exactamente iguales, solo era diferente en algunos casos el compartimiento de carga debido a lo que llevaría al espacio, que variaban entre satélites, cargas pesadas (módulos de la ISS), sondas de exploración al Sistema Solar y militares.



## OV-101 Enterprise

En 1976 quedó terminado el primer Orbiter (OV-101) que había sido producido por la fábrica Rockwell, su nombre se debe en honor a la nave de la serie televisiva “Star Trek” y su objetivo principal fue el de los test en vuelos cautivos.



El 17-09-1976 el STS-Enterprise fue mostrado por primera vez al público, la sección central del fuselaje fue construida por General Dynamics, las alas por Fairchild y el ensamble final tuvo lugar en Palmdale, California.




**Integrantes de la serie televisiva Star Trek en la inauguración del STS Enterprise**

Para demostrar que el Orbiter fuese capaz de aterrizar convencionalmente como cualquier avión empezaron las pruebas de vuelo de planeo final y aterrizaje, para lo cual se utilizó como nodriza un Boeing 747-100 que llevaba el Shuttle en el lomo, el 15-02-1977 tuvieron lugar las pruebas de carreteo del conjunto alcanzando los 250 Km/h al despegue.



Luego comenzaron los vuelos cautivos con el STS-Enterprise sin tripulación, para comprobar la respuesta aerodinámica del vehículo, las siguientes pruebas llevarían a los tripulantes en la cabina, para controlar todos los sistemas, el 18-06-1977 los astronautas Fred Haise y Gordon Fullerton realizaron el último de los vuelos cautivos, destinado a habituar a los pilotos al Orbiter en vuelo, el 12-10-1977 tuvo lugar el primer vuelo libre, separándose el STS del Boeing 747 a una altura de 7300 m, tras un vuelo de 5 minutos, este se detenía en la pista del lago seco Rogers de la Base Edwards, California.







NASA
United States
NASA
905

Luego de la serie de vuelos libres, empezó el programa de evaluaciones con experimentos a diversos niveles, tanto funcionales como operativos, se emprendió la comprobación del control por computadoras, el control manual a cargo de los pilotos, pruebas de vibración, de alteración del centro de gravedad para simular vuelos orbitales, unidades de potencia auxiliar, sistemas de aterrizaje por microondas, luego de varias pruebas en vuelos cautivos y aterrizajes, el OV-101 Enterprise dio por finalizado sus test y se lo derivó al Museo Nacional del Aire y el Espacio en Washington primero y después al Museo Intrepid de Nueva York.






Con el Enterprise se hicieron pruebas estáticas en la Base Aérea Vandenberg para comprobar la posición en vertical que tendría en la base de lanzamiento del Kennedy Space Center (KSC).








También se llevó al Orbiter Enterprise al Centro Espacial Marshall, Alabama para realizarle test de vibración en el edificio denominado Mated Vertical Ground Vibration Test y al Kennedy Space Center para testear los soportes estructurales de la base de lanzamiento, en esta ocasión los SRB y el ET se encontraban vacíos, luego de los test, fue depositado en el Museo del Mar, Aire y del Espacio Intrepid, en Nueva York.



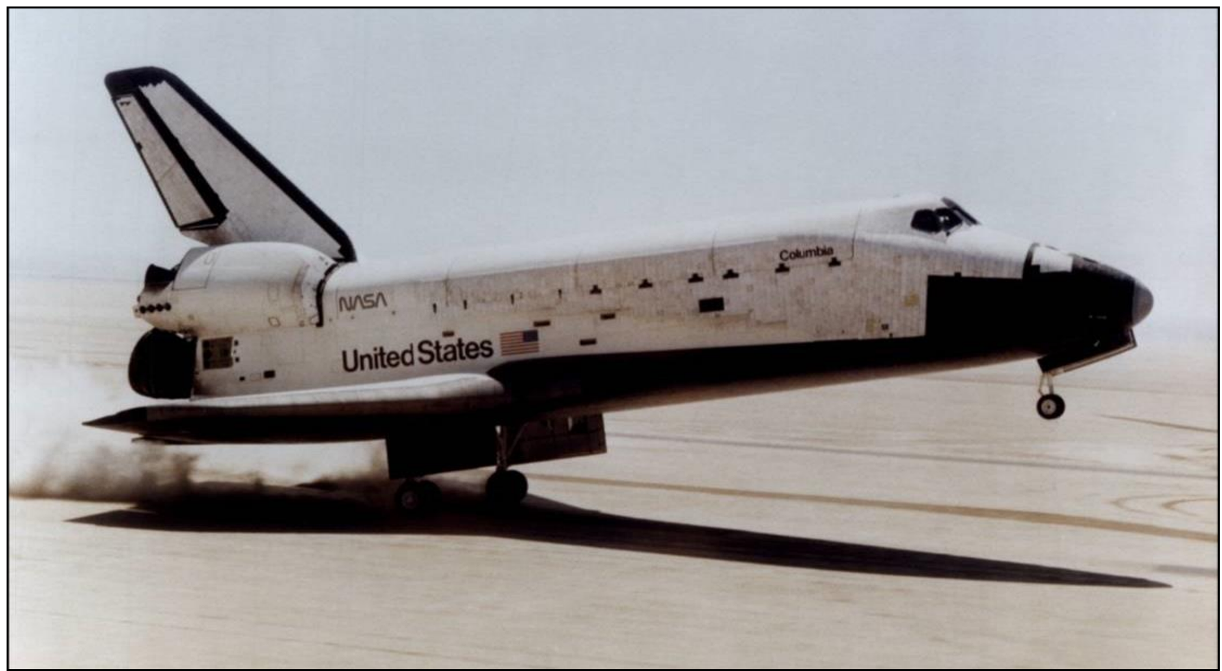





## OV-102 Columbia

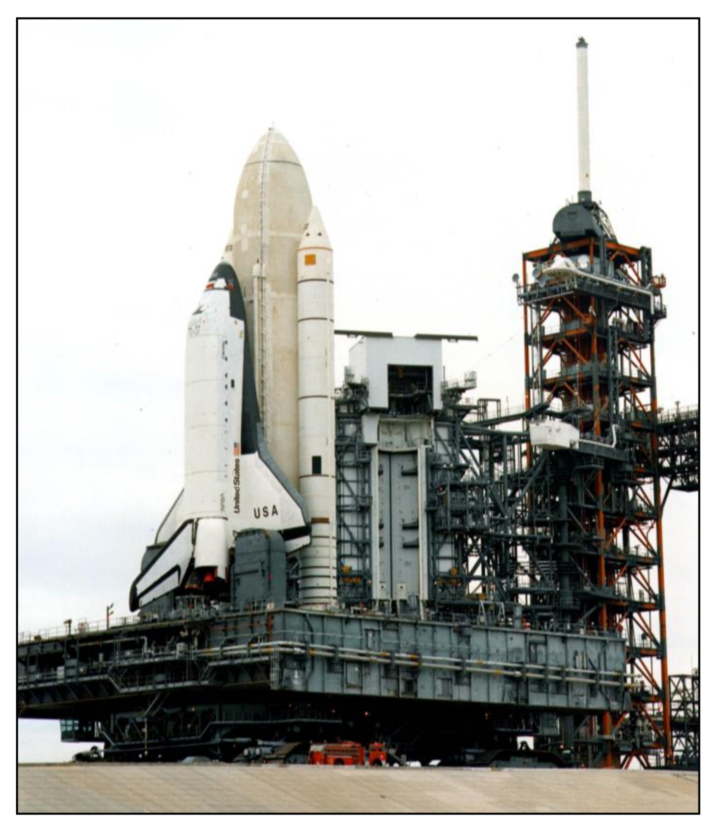
Fue el primero en cumplir misiones en órbita llevando al laboratorio europeo Spacelab en 1981/82, como también el Observatorio de Rayos X Chandra, fue lanzado por primera vez el 12-04-1981, terminó su existencia al destruirse al reingresar a la atmósfera el 1-02-2003.



**STS-1 (Columbia) primer vuelo espacial**

El 12-04-1981, las operaciones de trasladaron al pad-A del KSC, llevando al Orbiter Columbia erguido sobre un gran tractor a orugas desde el edificio de ensamble hasta la torre de lanzamiento tripulado por el experimentado astronauta John Young y Robert Crippen, iniciándose una nueva etapa en los vuelos espaciales, los objetivos principales de la misión del vuelo inaugural fueron verificar el sistema del transbordador en conjunto, conseguir un ascenso sin percances hasta la órbita y regresar a la tierra para aterrizar sin problemas.









NASA
United States



Todos los objetivos se cumplieron, y se comprobó la navegabilidad del STS como vehículo espacial, la única carga que llevó en la misión fue un paquete de instrumentación de desarrollo del vuelo (DFI) que contenía sensores y dispositivos de medida para registrar el rendimiento del Orbiter y las tensiones que ocurrieron durante el lanzamiento, ascenso, vuelo orbital, descenso y aterrizaje; en la órbita 36, después de un vuelo de 2 días, 6:20 hrs; el 14-04-1981 tuvo lugar el aterrizaje en la pista 23 de la Base Aérea Edwards.

El mayor numero de problemas lo presentó el revestimiento térmico de la nave que consistía en un escudo protector formado por losetas, aislando el casco de las elevadas temperaturas en el reingreso, se registró el desprendimiento de un buen número de dichas losetas térmicas pero que no impidieron un final positivo de la operación, llegando a aterrizar el vehículo en buen estado.



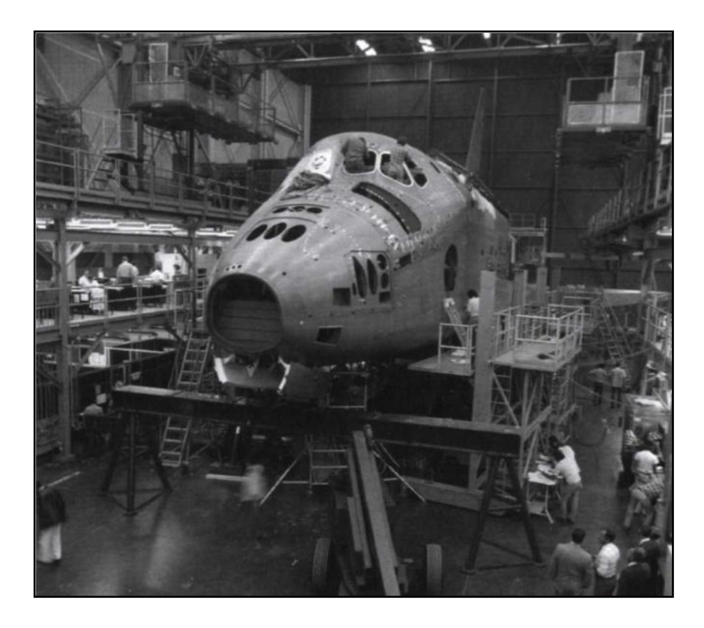


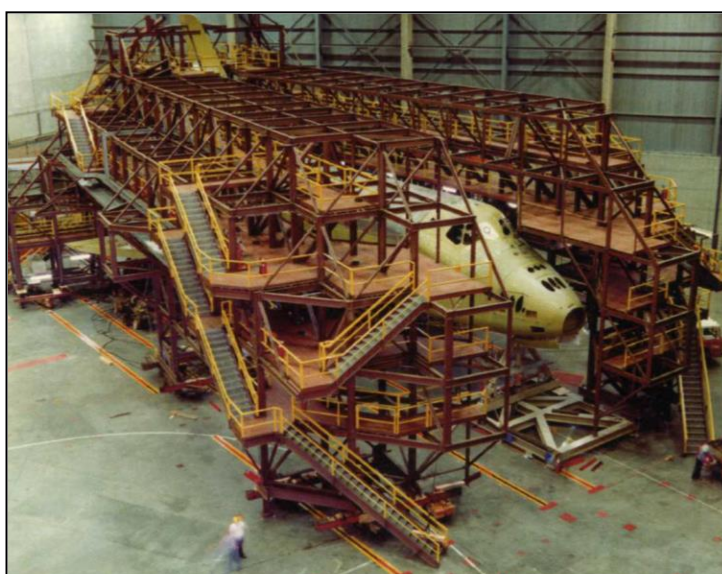


El OV-102 Columbia regresó al Centro Espacial Kennedy desde California el 28-04-1981 sobre el Boeing-747/NASA-905.

**OV-099 Challenger**

El Orbiter Challenger (OV-099) fue el segundo del programa STS en entrar en servicio, fue construido a partir de la estructura STA-099, utilizada en principio para pruebas estructurales, el STA-099 no estaba diseñado para el vuelo espacial, pero la NASA consideró que su reciclaje sería menos costoso que reequipar el transbordador de pruebas Enterprise para el vuelo espacial, como estaba planeado originalmente.



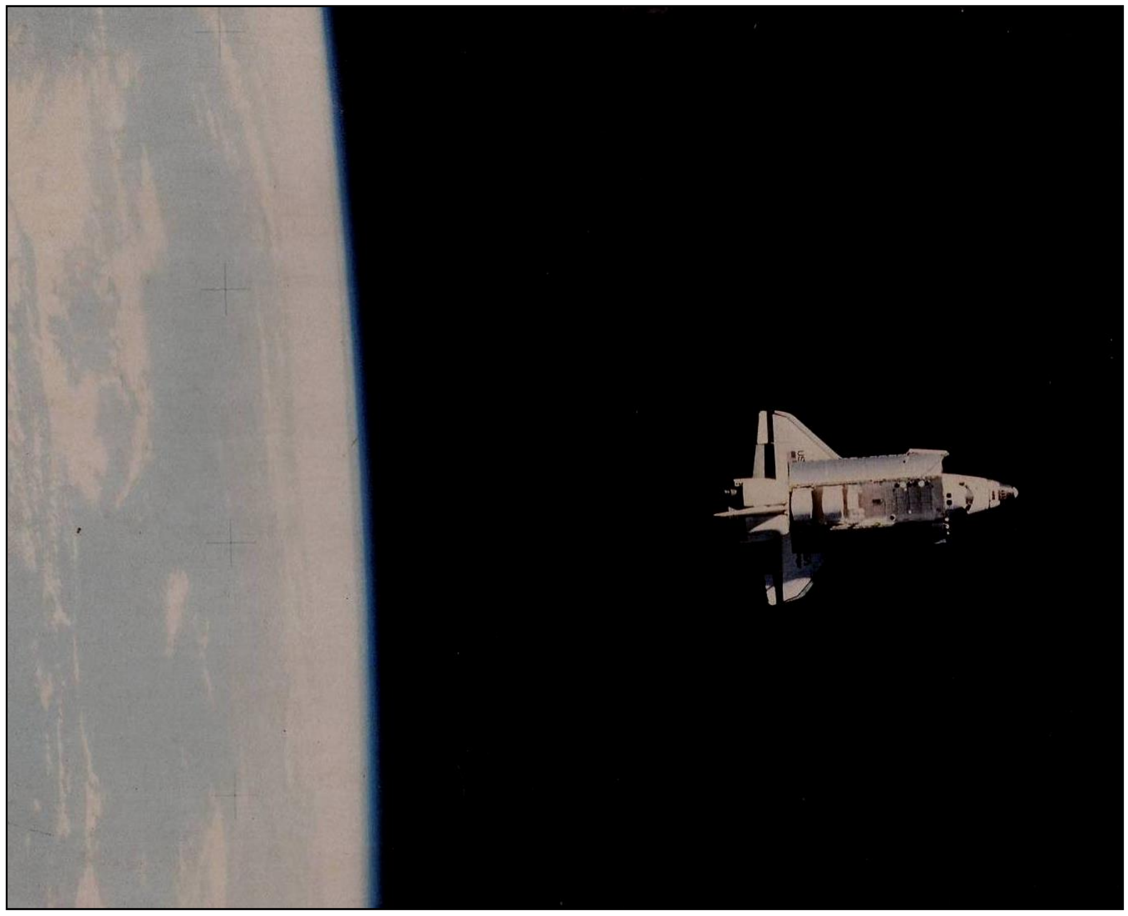






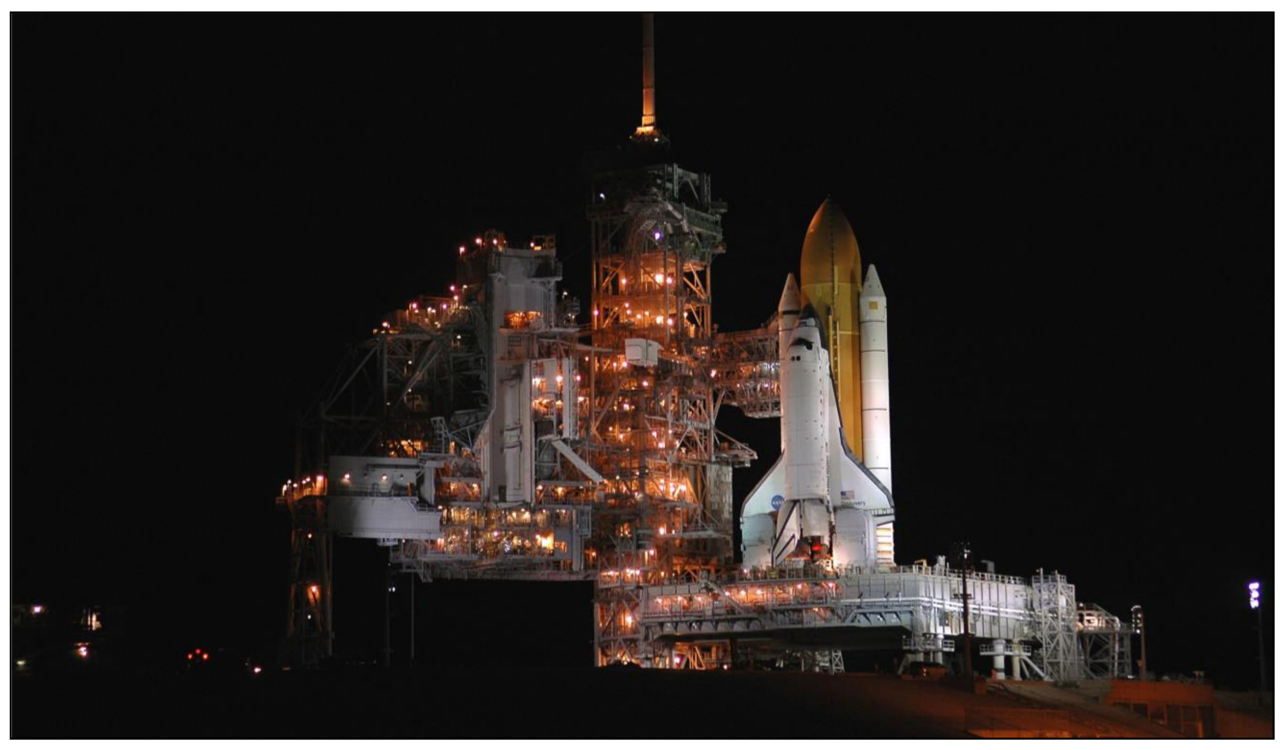

Su primer vuelo lo realizó el 04-04-1983, completó 9 misiones antes de destruirse durante el lanzamiento del 28-01-1986, el nombre de Challenger fue en honor a la corbeta británica HMS-Challenger, que llevó a cabo una expedición de investigación marina global en 1870.





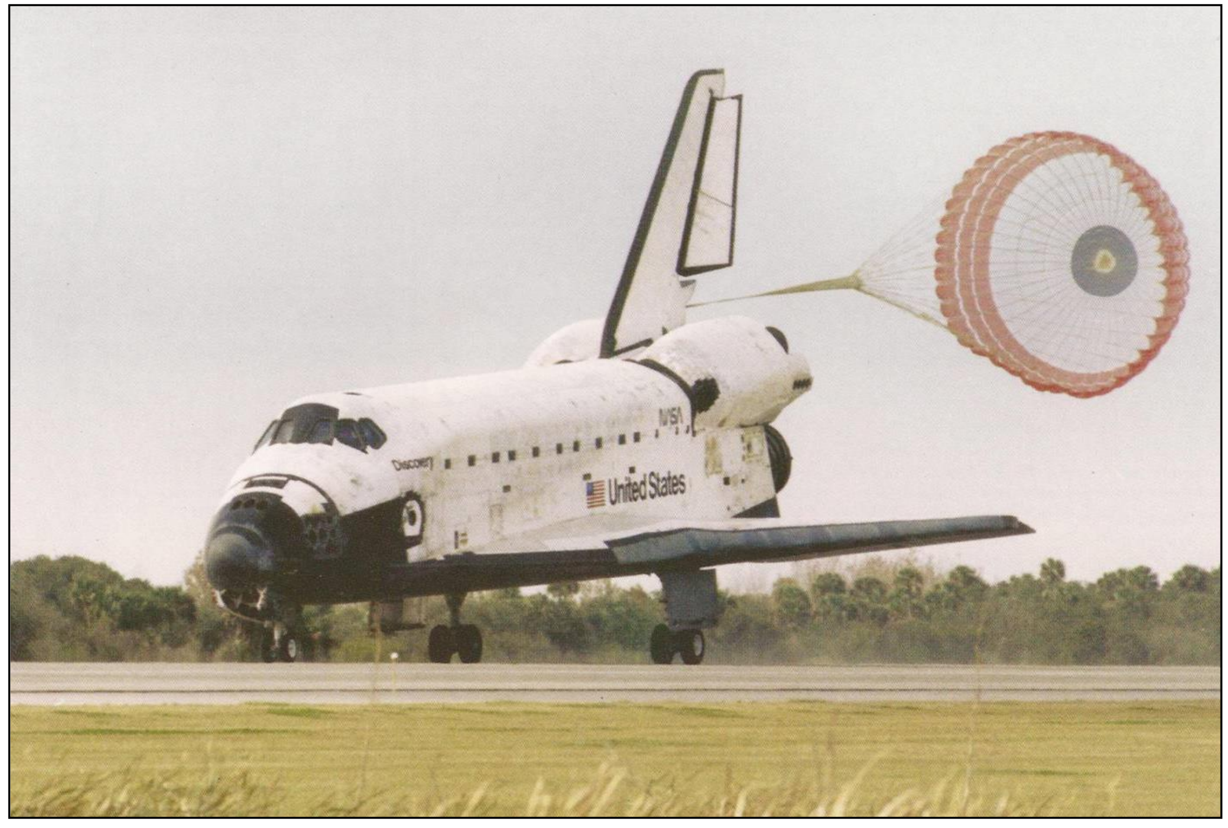
## OV-103 Discovery

Fue el tercer STS operativo, realizó misiones sobre investigación y montaje de la ISS, llevó a órbita al Telescopio Espacial Hubble y la sonda Ulisses, también transportó al astronauta John Glenn (del Proyecto Mercury) que en ese momento contaba con 77 años, convirtiéndose en la persona con mayor edad en el espacio, ha sido escogido en dos ocasiones como el Orbiter para regresar al espacio en 1988 como regreso luego del accidente del STS-Challenger en 1986 y posteriormente, en un regreso doble en julio de 2005 y julio de 2006 tras el accidente del STS-Columbia en 2003, su nombre se debe al barco de exploración HMS-Discovery, que acompañó al HMS-Resolution de James Cook en su tercer y último viaje; ha realizado un total de 38 misiones, su primer lanzamiento fue el 30-08-1984.








United States


United States
Discovery

## OV-104 Atlantis

Efectuó su primer lanzamiento el 03-10-1985, realizó actividades militares clasificadas, colocó en órbita las sondas Magallanes, Galileo y el Observatorio de Rayos Gamma Compton, fue retirado de los vuelos espaciales el 14-05-2010 finalizando la misión STS-132; se utilizaron sus partes como suministros de piezas para los STS Discovery y Endeavour hasta el fin del programa del Transbordador Espacial en 2011, su nombre proviene de la primera embarcación del Instituto Oceanográfico de Estados Unidos, que realizó investigaciones oceánicas de 1930 a 1966.







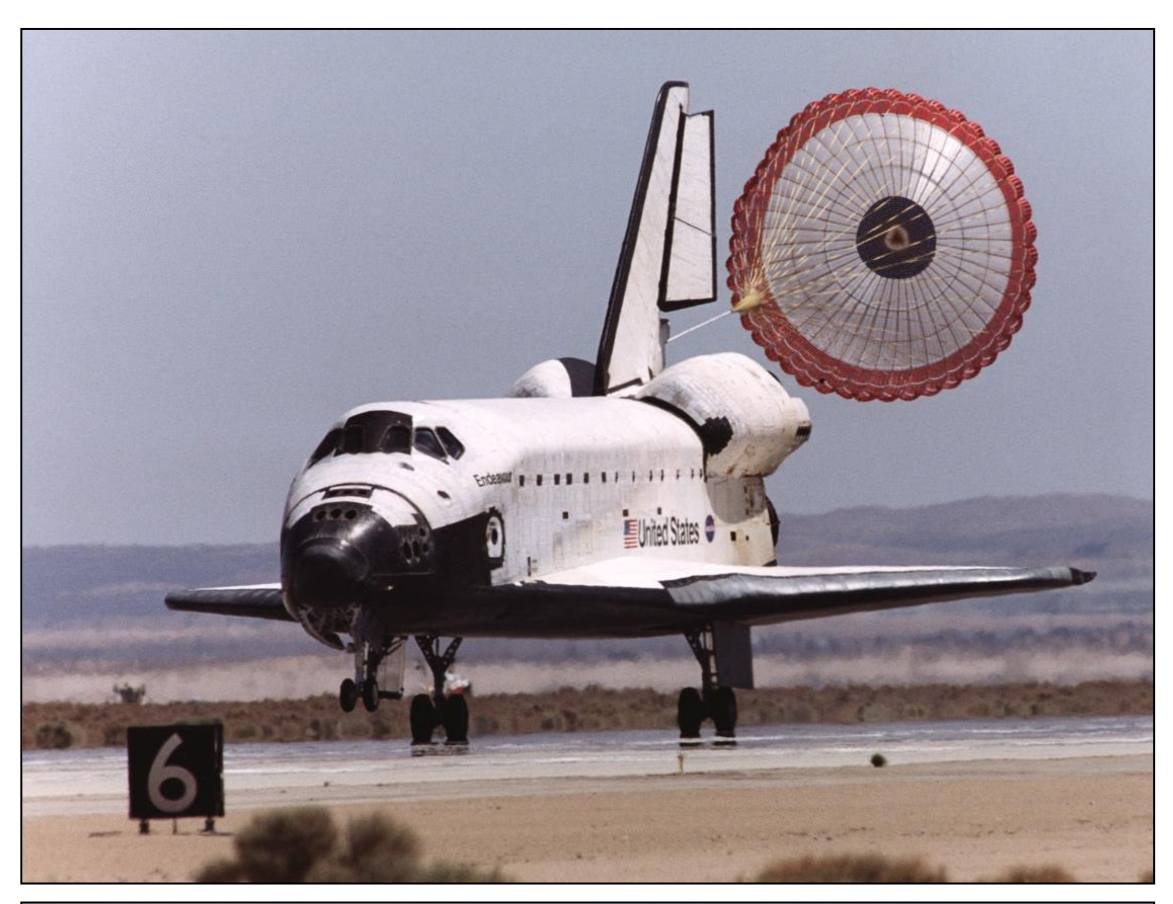
USA
NASA
Atlantis


Atlantis
NASA
United States

## OV-105 Endeavour

Fue lanzado por primera vez el 07-05-1992; voló un total de 25 misiones, entre ellas misiones del Spacelab, misiones de servicio al Telescopio Espacial Hubble y a las estaciones espaciales Mir e ISS, su nombre se debe al HMS Endeavour, barco que comandó en el siglo XVIII el explorador James Cook; su último vuelo fue el 16-05-2011 en su misión STS-134.




United States
6

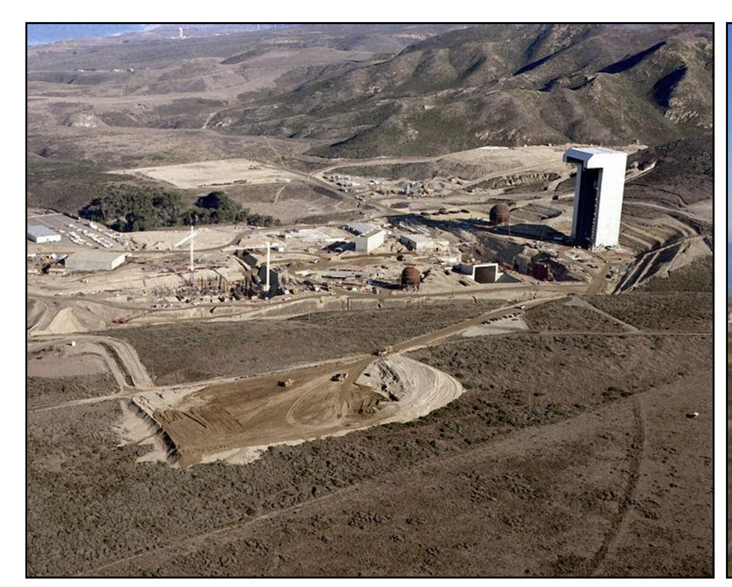

NASA
the Mindy project

**Curiosidades**

**Complejo de Lanzamiento SLC-6 y STS**

El SLC-6 es una gran plataforma de lanzamiento conjunta a su área de soporte, diseñado originalmente para el lanzamiento del cohete Titán III en apoyo al Laboratorio Orbital Tripulado (MOL) cancelado en la década de 1960 y reconstruida más tarde para el STS, pero tampoco se utilizó para un lanzamiento de estas naves debido a consideraciones presupuestales, de seguridad y políticas.

Los lanzamientos desde el Complex SLC-6 son hacia el S en una órbita polar, no hacia el E como es típico en los lanzamientos desde el Kennedy Space Center, dado que las órbitas polares pueden permitir una cobertura global completa sobre una base regular, a menudo se utilizan para la observación de la Tierra y los satélites de reconocimiento, así como algunos satélites meteorológicos.








Esta plataforma se utilizó en algunas ocasiones con el STS Enterprise en pruebas estáticas y el 15-10-1985 fue declarado operacional para el lanzamiento de uno de estos vehículos espaciales, la inauguración de un vuelo del STS en órbita polar, designada STS-62-A sería por medio del Orbiter Discovery, con Robert Crippen como comandante y estaba prevista para el 15-10-1986.



Seis meses después del accidente del STS-Challenger, el 31-06-1986 se anuncia que el programa de STS con lanzamiento desde Vandenberg se coloca en estado provisional de funcionamiento, unos meses más tarde, el 20-02-1987, la plataforma SLC-6 es colocada en estado vigilante mínimo y finalmente el 13-05-1988, se hace la transferencia de los activos del STS en Vandenberg a otras organizaciones (específicamente el KSC) para luego la plataforma de lanzamiento SLC- 6 quedar abandonada y posteriormente ser utilizada de forma breve por los cohetes Athena y finalmente en 2006 es modificada para el lanzamiento de cohetes Delta IV.



## Aterrizaje en Northrup Strip, White Sands, Nuevo México

El lugar donde aterrizaba comúnmente el Shuttle (Edwards) se encontraba con la pista inundada y el 30-03-1982 la misión del STS-Columbia (STS-3) tuvo que hacer un aterrizaje en un lugar alternativo, este era el sitio denominado Northrup Strip, que contaba con dos pistas de aterrizaje dirigidas por láser situadas en el lecho de un lago seco; el Columbia hizo su aterrizaje de forma satisfactoria, luego fue colocado en el avión Boeing 747 y trasladado al Kennedy Space Center, siendo la única vez en la historia de los vuelos del STS en que aterrizó en otro lugar fuera de los habituales que eran las pistas de la Base Aérea Edwards y el KSC.








United States

**Plan de rescate en órbita de los trasbordadores espaciales**

Solo 16 veces desde que se creó el STS en 1977, estuvieron apostados dos Orbiter en sus respectivos pad de lanzamiento al mismo tiempo, el objetivo principal de este tipo de ubicaciones era de que uno de ellos llevaba a cabo la misión, haciendo su lanzamiento normal y el otro quedaría en tiempo de espera por si había algún problema con el que estaba en órbita, pero afortunadamente nunca se utilizaron dichas misiones de rescate.





**Nómina de las ubicaciones y lanzamientos**

12-01-1986 Lanzamiento STS-61-C (Columbia) Pad B-Misión Rescate STS-51-L (Challenger) Pad A

24-04-1990 Lanzamiento STS-31 (Discovery) Pad B - Misión Rescate STS-35 (Columbia) Pad A

06-10-1990 Lanzamiento STS-41 (Discovery) Pad B - Misión Rescate STS-35 (Columbia) Pad A

15-11-1990 Lanzamiento STS-38 (Atlantis) Pad A - Misión Rescate STS-35 (Columbia) Pad B

05-04-1991 Lanzamiento STS-37 (Atlantis) Pad B - Misión Rescate STS-39 (Discovery) Pad A

24-03-1992 Lanzamiento STS-45 (Atlantis) Pad A - Misión Rescate STS-49 (Endeavour) Pad B

25-06-1992 Lanzamiento STS-50 (Columbia) Pad A - Misión Rescate STS-46 (Atlantis) Pad B

08-04-1993 Lanzamiento STS-56 (Discovery) Pad B - Misión Rescate STS-55 (Columbia) Pad A

27-06-1995 Lanzamiento STS-71 (Atlantis) Pad A - Misión Rescate STS-70 (Discovery) Pad B

13-07-1995 Lanzamiento STS-70 (Discovery) Pad B - Misión Rescate STS-69 (Endeavour) Pad A

07-09-1995 Lanzamiento STS-69 (Endeavour) Pad A - Misión Rescate STS-73 (Columbia) Pad B

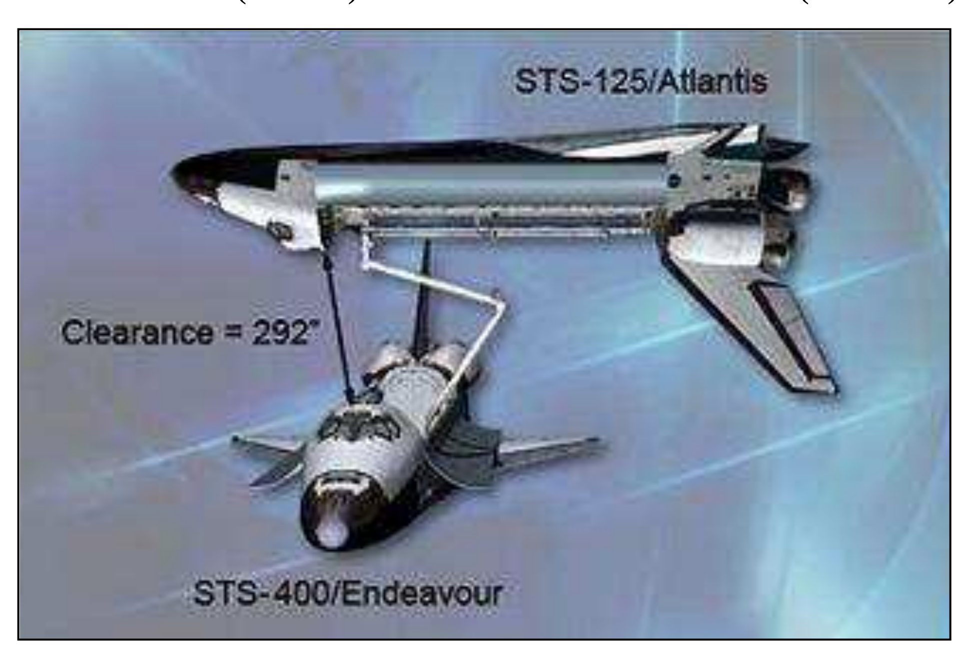
20-10-1998 Lanzamiento STS-73 (Columbia) Pad B - Misión Rescate STS-74 (Atlantis) Pad A

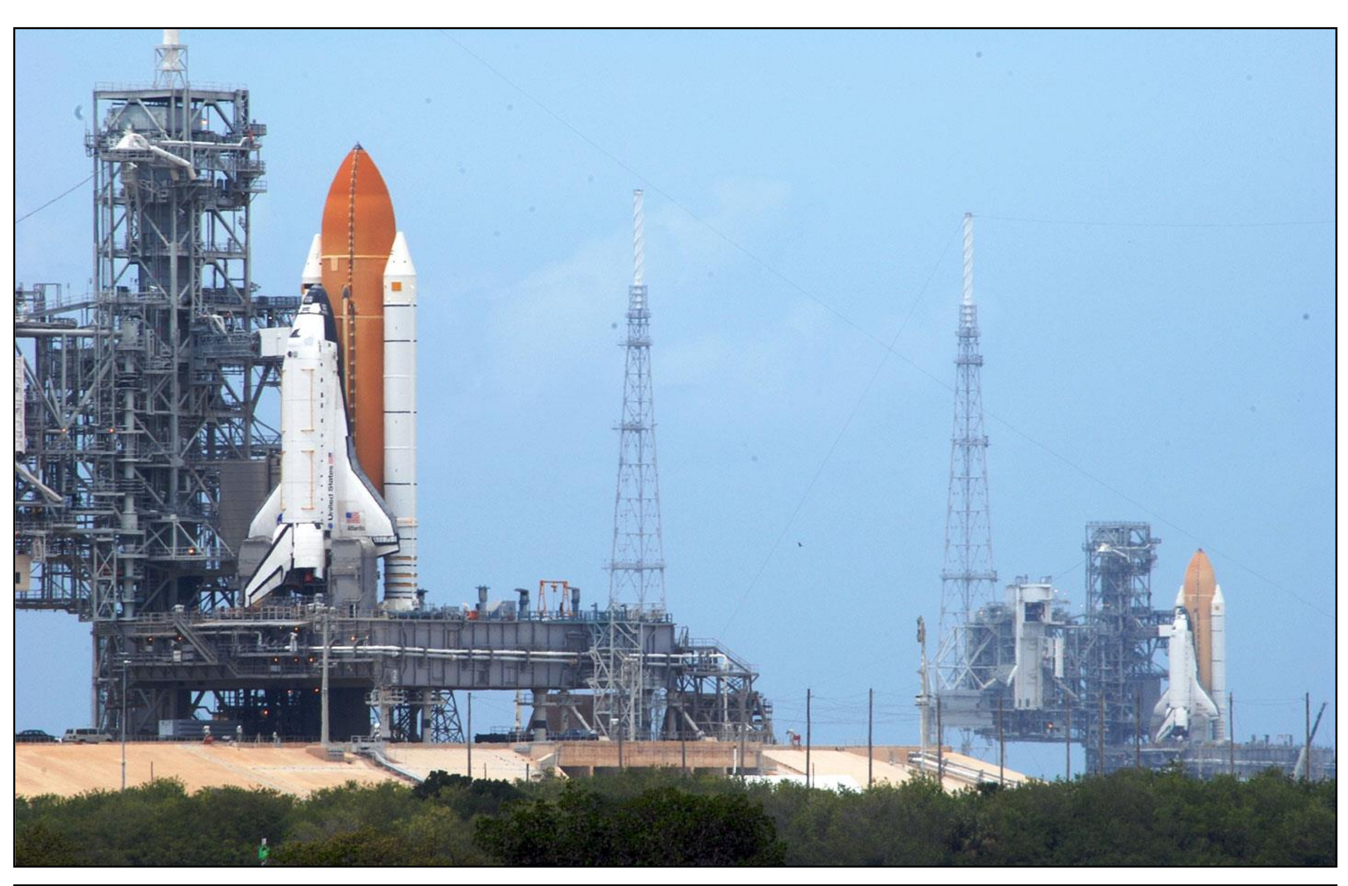
29-10-1998 Lanzamiento STS-95 (Discovery) Pad B - Misión Rescate STS-88 (Endeavour) Pad A

19-12-1999 Lanzamiento STS-103(Discovery) Pad B - Misión Rescate STS-99 (Endeavour) Pad A

12-07-2001 Lanzamiento STS-104 (Atlantis) Pad B - Misión Rescate STS-105 (Discovery) Pad A

11-05-2009 Lanzamiento STS- 125 (Atlantis) Pad B - Misión Rescate STS-400 (Endeavour) Pad A








# Noticias

**Contenidos astronómicos educativos**

**A través del canal de Youtube de la Sociedad Lunar Argentina (SLA) se los invita a disfrutar del ciclo de charlas educativas Café Lunar y a diversos videos que tratan temas sobre astronáutica observaciones de la Luna, Sistema Solar, instituciones, etc, aquí los correspondientes enlaces.**

**Selenografía**
**https://www.youtube.com/watch?v=Ydq6eYM7OMQ&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=12**

**Zonas brillantes de corta duración en el amanecer lunar**
**https://www.youtube.com/watch?v=_MCrm4wmTM0&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=3**

**Cráteres con rayos brillantes (en Luna llena)**
**https://www.youtube.com/watch?v=-5KqLI2mrsc&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=15**

**Un paseo por Mare Crisium**
**https://www.youtube.com/watch?v=3GNlaPnyVwY&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=18**

**Que se puede observar en un eclipse de Luna**
**https://www.youtube.com/watch?v=0dYK5S-zvsk&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=19**

**Observación amateur de Dorsa lunares**
**https://www.youtube.com/watch?v=48aa9257olY&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=16**

**Mercurio y su observación**
**https://www.youtube.com/watch?v=Tn3IvAQmYEo&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh**

**Exploración del planeta Venus**
**https://www.youtube.com/watch?v=7nFz-iCDLJo&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=14**

**Observación de cometas, magnitud visual y fotométrica**
**https://www.youtube.com/watch?v=SFeJIS7VChA&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=4**

Observación de meteoros, las Áridas
https://www.youtube.com/watch?v=optq4-pkXYo&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=17

Trapecio Austral, observando desde Mar del Plata, Argentina
https://www.youtube.com/watch?v=CfjDPcxpVYE&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=5

Dial Radio/TV, observación lunar por aficionados
https://www.youtube.com/watch?v=LeGtfCrefTs

LIADA, observación amateur de la Luna
https://www.youtube.com/watch?v=ttCN_hWf8R4

LIADA, regreso a la Luna… y mas allá
https://www.youtube.com/watch?v=21pcpk5-8eQ

LIADA, estudios científicos de los Fenómenos Lunares Transitorios
https://www.youtube.com/watch?v=UO8UFoQen7E

Bases lunares, historias y perspectivas
https://www.youtube.com/watch?v=rELeiz6pimw&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=8

Bases lunares, desafíos de la vida en la Luna
https://www.youtube.com/watch?v=u_A53QQwbzs&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=9

Bases lunares, colonización
https://www.youtube.com/watch?v=1-ne2WBy2uE&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=10

Semana Internacional del Espacio, 50 años Apollo-15 - Investigando Palus Putredinis
https://www.youtube.com/watch?v=UvpEzgOqyAY&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=11

Robertito, un proyecto lunar argentino
https://www.youtube.com/watch?v=F_7MRfraM7E&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=13

Cohetería en el aula
https://www.youtube.com/watch?v=K-pEeY6T_AQ&list=PLTC9b72fieqUAbR1OLMk-hZhx238bKJyh&index=6

Artemis 1, la reconquista de la Luna
https://www.youtube.com/watch?v=MNAExx9N0JQ

**Fuentes de información y fotos vertidas en la publicación**

*Exploración del Espacio, Bibl. de Divulgación Científica Muy Interesante, N° 3, 1985*

*Historia de la Astronáutica Tomo III, Riego Ediciones, 1980*

*National Aeronautics and Space Administration (NASA)*

*NASA, Fact Sheet, 1985*

*Portree David, Blog Spaceflight history*

*Space Shuttle Briefs, Rockwell International, 1985*

*Wikipedia, Enciclopedia virtual*


CAPSULA ESPACIAL REVISTA DIGITAL
CAPSULA ESPACIAL
capsula-espacial.blogspot.com